

Universitat de Lleida  
Escola Politècnica Superior  
Grau en Enginyeria Mecànica

Projecte final de grau

**Auditoria energètica d'un edifici aïllat destinat a  
escola pública de primària i disseny de l'instal·lació  
de calefacció i ACS amb plaques solars tèrmiques.**

Autor: Víctor Coll Llovera

Director: Ramón Grau Lanau

Maig de 2015



# 0.ÍNDEX GENERAL



## ÍNDEX GENERAL

<b>1. Memòria.....</b>	<b>23</b>
1.1. Full d'identificació.....	23
1.2. Introducció.....	24
1.2.1. Calor i energia tèrmica .....	24
1.2.2. Transmissió de calor .....	24
1.2.3. Màquines tèrmiques .....	26
1.2.4. Fonts d'energia.....	27
1.2.4.1. Fonts d'energia no renovables .....	27
1.2.4.2. Fonts d'energia renovables .....	28
1.3. Objecte .....	33
1.4. Abast .....	34
1.5. Antecedents.....	35
1.6. Normes i referències.....	36
1.6.1. Disposicions legals i normes aplicades.....	36
1.6.2. Bibliografia .....	37
1.6.3. Programes de càlcul .....	37
1.6.4. Altres referències .....	37
1.7. Definicions i abreviatures .....	39
1.7.1.1. Abreviacions .....	39
1.7.1.2. Definicions.....	40
1.8. Requisits de disseny.....	42
1.8.1. Requisits generals.....	42
1.8.2. Descripció arquitectònica de l'edifici .....	42
1.8.3. Característiques dimensionals de l'edifici .....	45
1.8.4. Característiques del sistema actual de calefacció.....	45
1.8.4.1. Resum de potències de l'instal·lació .....	50
1.8.4.2. Resum de costos d'electricitat de l'instal·lació .....	51
1.8.5. Descripció dels tancaments i particions interiors .....	52
1.8.5.1. Resum d'obertures .....	55
1.8.5.2. Descripció de les obertures.....	56
1.8.6. Transmissibilitats màximes.....	77
1.8.7. Càrregues tèrmiques de la vivenda.....	78
1.8.8. Demanda de ACS.....	78
1.9. Anàlisis de solucions.....	79
1.9.1. Sistemes de calefacció.....	79



1.9.1.1.	Introducció .....	79
1.9.1.2.	Classificació de les instal·lacions de calefacció .....	80
1.9.1.3.	Calefacció elèctrica.....	80
1.9.1.4.	Calefacció per energia solar .....	86
1.9.1.5.	Calefacció convencional per aigua calenta .....	87
1.9.1.6.	Calefacció radiant per aigua calenta .....	100
1.9.1.7.	Calefacció per aire calent .....	102
1.9.1.8.	Calefacció per vapor.....	103
1.9.1.9.	Calefacció per bomba de calor .....	104
1.9.2.	Sistemes de producció d'A.C.S. ....	107
1.9.2.1.	Classificació de les instal·lacions .....	107
1.9.2.2.	Sistemes de producció instantània .....	108
1.9.2.3.	Sistemes de producció per acumulació.....	109
1.10.	<i>Selecció del sistema de calefacció</i> .....	113
1.10.1.	Comparació dels diferents sistemes de calefacció.....	113
1.10.1.1.	Bomba de calor .....	114
1.10.1.2.	Energia elèctrica directa .....	115
1.10.1.3.	Energia elèctrica d'acumulació i mixta .....	116
1.10.1.4.	Terra radiant. Elèctric i aigua .....	117
1.10.1.5.	Energia solar .....	118
1.10.1.6.	Calefacció convencional combustible gas natural .....	119
1.10.1.7.	Calefacció convencional combustible gasoil .....	120
1.10.1.8.	Calefacció convencional combustible biomassa .....	121
1.10.2.	Taula comparativa i anàlisi de solucions .....	122
1.10.3.	Solució adoptada pel sistema de calefacció i ACS.....	126
1.11.	<i>Descripció general de l'instal·lació</i> .....	127
1.11.1.	Sistema de distribució .....	128
1.11.2.	Canonades .....	128
1.11.2.1.	Aïllament dels conductes .....	129
1.11.3.	Emissors.....	129
1.11.4.	Sala de màquines.....	131
1.11.4.1.	Emplaçament i característiques .....	132
1.11.4.2.	Caldera .....	132
1.11.4.3.	Combustible .....	133
1.11.4.4.	Xemeneia.....	133
1.11.5.	Sistema de control.....	134
1.11.5.1.	Criteri de funcionament .....	135
1.11.6.	Bomba circulatòria calefacció .....	135
1.11.7.	Sistema de captació i col·lector.....	136
1.11.8.	Fluid caloportador .....	136
1.11.9.	Circuit primari.....	137





1.11.10.	Dipòsit d'acumulació .....	137
1.11.10.1.	Connexions del dipòsit d'acumulació .....	138
1.11.11.	Aïllament canonades circuit primari .....	139
1.11.12.	Grup hidràulic solar .....	139
1.11.13.	Altres elements .....	139
1.11.13.1.	Vas d'expansió .....	140
1.11.13.2.	Purgadors d'aire .....	140
1.11.13.3.	Manòmetres .....	140
1.11.13.4.	Sensors .....	141
1.11.13.5.	Electrovàlvula de 3 vies .....	141
1.11.13.6.	Vàlvules mescladores .....	141
1.11.13.7.	Vàlvules de seguretat .....	142
1.11.13.8.	Vàlvules de tall .....	142
1.11.13.9.	Vàlvula reductora de pressió.....	143
1.11.13.10.	Vàlvules antiretorn .....	143
1.11.13.11.	Filtre .....	143
1.11.13.12.	Pont.....	144
1.11.14.	Sistema de buidat.....	144
1.11.15.	Sistema d'alimentació .....	144
1.11.16.	Connexionat i compatibilitats .....	144
1.12.	Codis dels elements de l'instal·lació .....	146
1.13.	Certificat d'eficiència energètica .....	147
1.14.	Conclusions.....	149
1.15.	Agraïments .....	150
<b>2.</b>	<b>Annexes.....</b>	<b>154</b>
2.1.	Annex 1. Càrregues tèrmiques de l'edifici .....	154
2.1.1.	Generalitats .....	154
2.1.2.	Condicions exteriors de càlcul.....	154
2.1.3.	Condicions interiors de càlcul .....	155
2.1.4.	Definició dels espais de càlcul .....	159
2.1.5.	Càlcul de les càrregues tèrmiques.....	160
2.1.5.1.	Pèrdua de calor sensible per transmissió a través dels tancaments .....	161
2.1.5.2.	Pèrdua de calor sensible per infiltracions de l'aire exterior .....	165
2.1.5.3.	Suplements.....	166
2.1.6.	Resultats de les càrregues tèrmiques de l'edifici .....	167
2.1.7.	Simbologia .....	187
2.2.	Annex 2: Instal·lació de calefacció.....	188
2.2.1.	Càlcul i elecció dels emissors.....	188
2.2.1.1.	Nombre d'emissors .....	190



2.2.2.	Càlcul de les pèrdues de càrrega de les canonades .....	194
2.2.2.1.	Trams de l'instal·lació dissenyada .....	194
2.2.2.2.	Càlcul del cabal màssic en cada tram .....	198
2.2.2.3.	Càlcul dels diàmetres de les canonades de l'instal·lació de calefacció .....	199
2.2.2.4.	Pèrdues de càrrega contínues .....	202
2.2.2.5.	Pèrdues de càrrega singulars .....	212
2.2.2.6.	Resultats .....	226
2.2.3.	Càlcul de la caldera .....	228
2.2.3.1.	Elecció de caldera .....	229
2.2.3.2.	Estimació de combustible .....	231
2.2.4.	Càlcul del vas d'expansió .....	232
2.2.5.	Càlcul bomba circulatòria .....	237
2.2.6.	Aïllament dels conductes .....	240
2.2.7.	Simbologia .....	244
2.3.	<i>Annex 3: Instal·lació ACS</i> .....	246
2.3.1.	Dades prèvies .....	246
2.3.2.	Càlcul de l'energia per ACS .....	247
2.3.2.1.	Contribució solar mínima .....	247
2.3.2.2.	Càlcul de la demanda d'ACS .....	249
2.3.2.3.	Demanda energètica .....	250
2.3.3.	Càlcul de pèrdues per disposició geomètrica dels col·lectors .....	251
2.3.4.	Energia solar disponible .....	254
2.3.5.	Selecció del col·lector solar .....	256
2.3.5.1.	Resultats de la comparativa .....	260
2.3.6.	Compliment de les condicions de fracció solar .....	266
2.3.7.	Fluid de treball .....	271
2.3.8.	Elecció del sistema d'acumulació .....	276
2.3.9.	Grup hidràulic solar .....	278
2.3.10.	Càlcul vas d'expansió circuit primari .....	278
2.3.11.	Càlcul aïllament de les canonades .....	281
2.3.12.	Simbologia .....	283
2.4.	<i>Annex 4. Estudi de viabilitat econòmica</i> .....	284
2.4.1.	Generalitats .....	284
2.4.2.	Consideracions pel càlcul .....	287
2.4.3.	Càlcul costos variables i benefici .....	287
2.4.4.	Conclusions de l'estudi de viabilitat .....	290
2.4.5.	Simbologia .....	291
2.5.	<i>Annex 5. Certificació d'eficiència energètica</i> .....	292
2.5.1.	Introducció .....	292
2.5.2.	Elaboració .....	292
2.5.2.1.	Dades inicials .....	292



2.5.2.2. Document .....	294
<b>3. PLÀNOLS .....</b>	<b>300</b>
3.1. Plànol situació .....	302
3.2. Plànol d'ubicació.....	303
3.3. Planta de la planta baixa.....	304
3.4. Planta de la primera planta.....	305
3.5. Acotacions de la planta baixa .....	306
3.6. Acotacions de la primera planta .....	307
3.7. Actual instal·lació de calefacció de la planta baixa.....	308
3.8. Actual instal·lació de calefacció de la primera planta.....	309
3.9. Nova instal·lació de calefacció de la planta baixa .....	310
3.10. Nova instal·lació de calefacció de la primera planta .....	311
3.11. Façana principal .....	312
3.12. Façana posterior.....	313
3.13. Perfils de les façanes .....	314
3.14. Façana posterior amb la nova instal·lació .....	315
3.15. Perfils de les façanes amb la nova instal·lació .....	316
3.16. Façana principal i coberta amb la nova instal·lació.....	317
3.17. Sala de màquines .....	318
3.18. Diagrama d'enginyeria .....	319
<b>4. Plec de condicions.....</b>	<b>323</b>
4.1. Normativa .....	323
4.2. Condicions de l'execució de l'obra.....	324
4.2.1. Generalitats.....	324
4.2.2. Control de recepció en l'obra de productes, equips i sistemes .....	324
4.2.3. Control de la documentació dels subministraments .....	324
4.2.4. Control de recepció mitjançant distintius de qualitat.....	325
4.2.5. Control de recepció mitjançant assaigs .....	325
4.2.6. Control d'execució d'obra .....	325
4.3. Muntatge i posta en marxa de l'instal·lació.....	327
4.3.1. L'empresa instal·ladora .....	327
4.3.2. Generalitats .....	327



4.3.3.	Operacions anteriors al muntatge .....	328
4.3.4.	Canonades i accessoris .....	328
4.3.5.	Caldera .....	329
4.3.6.	Instal·lació de maquinària .....	330
4.3.7.	Emissors .....	331
4.3.8.	Bomba de circulació de l'instal·lació de calefacció .....	331
4.3.8.1.	Encebat .....	331
4.3.8.2.	Arrencada .....	332
4.3.8.3.	Aturada .....	332
4.3.9.	Vas d'expansió tancat .....	332
4.3.10.	Instal·lació solar per ACS .....	332
4.3.11.	Grup hidràulic solar .....	333
4.3.12.	Proves .....	334
4.3.12.1.	Proves hidràuliques .....	334
4.3.12.2.	Prova de resistència mecànica .....	334
4.3.12.3.	Prova de lliure dilatació .....	334
4.3.13.	Consideracions finals .....	335
4.4.	<i>Manteniment de l'instal·lació</i> .....	335
4.4.1.	Caldera .....	335
4.4.2.	Instal·lacions d'aigua .....	336
4.4.2.1.	Corrosió .....	337
4.4.2.2.	Incrustacions .....	337
4.4.2.3.	Cops d'ariet .....	338
4.4.2.4.	Estanquitat .....	338
4.4.2.5.	Suports i dilatacions .....	338
4.4.2.6.	Aïllament tèrmic .....	339
4.4.3.	Valvuleria .....	339
4.4.4.	Emissors .....	340
4.4.5.	Bombes de circulació .....	340
4.4.6.	Sistema solar d'ACS .....	340
4.4.6.1.	Pla de vigilància .....	341
4.4.6.2.	Pla de manteniment .....	341
4.4.7.	Protecció contra el gel i falta de circulació d'aigua .....	343
4.4.8.	Inspecció de l'instal·lació .....	343
4.4.9.	Taula resum de manteniment .....	345
4.5.	<i>Fulls d'especificació</i> .....	346
5.	<b>Estat d'amidaments</b> .....	<b>383</b>
5.1.	<i>Partides de l'estat d'amidaments</i> .....	383
5.1.1.	Amidaments de la partida 1: Instal·lació de calefacció .....	384
5.1.2.	Amidaments de la partida 2: Instal·lació d'ACS .....	386



---

5.1.3.	Amidaments partida 3: Sala de màquines. ....	387
<b>6.</b>	<b>Pressupost .....</b>	<b>390</b>
6.1.	<i>Pressupost per partides</i> .....	390
6.1.1.	Pressupost partida 1: Instal·lació de calefacció. ....	390
6.1.2.	Pressupost partida 2: Instal·lació d'ACS .....	392
6.1.3.	Pressupost partida 3: Sala de màquines .....	393
6.1.4.	Pressupost per partides.....	394
6.2.	<i>Pressupost total</i> .....	394



## ÍNDIX DE FIGURES

Figura 1.1 Representació dels diferents tipus de transferència de calor.....	26
Figura 1.2. Funcionament esquemàtic d'una màquina tèrmica.....	26
Figura 1.3. Contribució de cada tecnologia renovable en el consum d'energia primària a Espanya. ....	29
Figura 1.4. Foto d'instal·lació solar fotovoltaica. ....	30
Figura 1.5. Esquema d'instal·lació geotèrmica residencial. ....	31
Figura 1.6. Consum de diferents combustibles a Espanya entre e 1973 i el 2011.....	32
Figura 1.7. Façana principal amb orientació SO.....	43
Figura 1.8. Façana amb orientació SE. ....	43
Figura 1.9. Façana amb orientació NO.....	44
Figura 1.10. Discriminacions horàries en hivern i estiu.....	46
Figura 1.12. Fotografia de l'acumulador elèctric de l'Aula 1.....	46
Figura 1.13. Radiador elèctric tipus 1 de 5 elements ubicat al distribuïdor 2.....	48
Figura 1.14. Radiador elèctric tipus 2 de 7 elements ubicat al distribuïdor 3.....	48
Figura 1.15. Radiador elèctric tipus 3 de 9 elements ubicat al despatx.....	48
Figura 1.16. Radiador elèctric tipus 5 de 13 elements ubicat a l'aula 3.....	49
Figura 1.17. Dipòsit de 50 L per l'acumulació d'ACS. ....	49
Figura 1.18. Finestra corredissa de l'Aula 1 orientació S-O.....	57
Figura 1.19. finestra corredissa de l'Aula 1 orientació N-E. ....	58
Figura 1.20. Finestra corredissa de la Cuina.....	59
Figura 1.21. Finestra corredissa del Bany 1.....	60
Figura 1.22. Finestra corredissa de l'Aula 2 orientació S-O.....	61
Figura 1.23. Finestra corredissa de l'Aula 2 orientació N-E.....	62
Figura 1.24. Finestra de l'Aula d'informàtica. ....	63
Figura 1.25. Finestra de l'Aula 3. ....	64
Figura 1.26. Finestra del Distribuïdor 3. ....	65
Figura 1.27. Finestra tipus 1 de la Sala de material 1.....	66
Figura 1.28. Finestra tipus 2 de la Sala de material 1.....	67
Figura 1.29. Finestra de la Sala de material 2. ....	68
Figura 1.30. Finestra tipus 1 del Despatx. ....	69
Figura 1.31. Finestra tipus 2 del Despatx. ....	70
Figura 1.32. Finestra N-E de l'Aula de psicomotricitat. ....	71
Figura 1.33. Finestra S-O de l'Aula de psicomotricitat. ....	72
Figura 1.34. Porta corredissa del balcó. ....	73
Figura 1.35. Porta exterior de l'edifici. ....	74
Figura 1.36. Porta estàndard (Aula psicomotricitat). ....	75
Figura 1.37. Porta distribuïdor 3. ....	76
Figura 1.38. Esquema d'un sistema de calefacció.....	79
Figura 1.39. Esquema d'un sistema de calefacció 2.....	79
Figura 1.40. Terra radiant amb cable calefactor . ....	82



Figura 1.41. Terra radiant amb malla calefactora. ....	82
Figura 1.42. Terra radiant amb foli radiant. ....	83
Figura 1.43. Components acumulador estàtic. ....	85
Figura 1.44. Parts acumulador dinàmic. ....	86
Figura 1.45. Sistema bitubular. ....	88
Figura 1.46. Retorn directe i invertit d'un sistema bitubular. ....	88
Figura 1.47. Sistema monotubular. ....	89
Figura 1.48. Vàlvula reguladora d'aigua en un sistema monotubular. ....	89
Figura 1.49. Exemple de caldera de gas natural. ....	94
Figura 1.50. Esquema d'un cremador. ....	95
Figura 1.51. Dibuix d'un dipòsit d'expansió tancat. ....	96
Figura 1.52. Esquema unitat Fancoil. ....	97
Figura 1.53. Esquema convector. ....	98
Figura 1.54. Esquema i parts d'una bomba de circulació centrífuga. ....	99
Figura 1.55. Representació i components d'una instal·lació de terra radiant per aigua. ....	101
Figura 1.56. Instal·lació de calefacció per aire calent. ....	103
Figura 1.57. Funcionament bomba de calor amb motor elèctric. ....	105
Figura 1.58. Funcionament d'una bomba de calor reversible en cicle de calefacció i refrigeració. ....	106
Figura 1.59. Sistema de producció instantània d'ACS. ....	108
Figura 1.60. Sistema de producció ACS amb interacumulador. ....	109
Figura 1.61. Sistema de ACS amb col·lector solar. ....	111
Figura 1.62. Representació gràfica dels resultats en l'anàlisi per aspectes. ....	123
Figura 1.63. Representació gràfica dels resultats totals en l'anàlisi per aspectes. ....	124
Figura 1.64. Esquema de l'interacumulador INOX2S 200. ....	138
Figura 1.65. Classificació energètica del sistema actual de calefacció i ACS. ....	147
Figura 1.66. Classificació energètica del sistema proposat de calefacció i ACS. ....	148
Figura 2.1. Condicions exteriors de càlcul per la localitat de Lleida. Font:IDAE. ....	155
Figura 2.2. Gràfica comparativa dels ratis dels emissors seleccionats. ....	189
Figura 2.3. Característiques del radiador BAXIROCA JET 70. ....	190
Figura 2.4. Variació de l'emissió en funció de la situació de l'emissor. ....	192
Figura 2.5. Característiques del radiador BAXIROCA AV 1800. ....	193
Figura 2.6. Esquema de la xarxa de canonades de l'instal·lació de la planta baixa. ....	195
Figura 2.7. Esquema de la xarxa de canonades de l'instal·lació de la primera planta. ....	195
Figura 2.8. Pèrdues de càrrega per unitat de longitud en canonades de coure. ....	200
Figura 2.9. Equivalències de diàmetres normalitzats. ....	202
Figura 2.10. Distribució de velocitats d'un fluid en regim laminar. ....	205
Figura 2.11. Diagrama de Moody. ....	206
Figura 2.12. Convergència de cabals en accessori T. ....	217
Figura 2.13. Àbac de coeficients de pèrdua singulars per a T convergent on l'angle és 90º. ....	218
Tipus A. ....	218



Figura 2.14. Àbac de coeficients de pèrdua singulars per a T convergent on l'angle és 90º.	
Tipus B. ....	219
Figura 2.15. Divergència de cabals en accessori T. ....	219
Figura 2.16. Àbac de coeficients de pèrdua singulars $\xi_{pl}$ per a T divergent. Tipus A i B. ....	220
Figura 2.17. Àbac de coeficients de pèrdua singulars $\xi_{pr}$ per a T divergent. Tipus A i B. ....	221
Figura 2.18. Coeficients de pèrdua singulars per altres casos en accessori T. ....	221
Figura 2.19. Pèrdues de càrrega en radiadors. Font: <a href="http://www.baxi.es">www.baxi.es</a> . ....	224
Figura 2.20. Característiques dimensionals de la caldera GG35K Digital. ....	231
Figura 2.21. Corba característica de la bomba seleccionada ALPHA2 15-50 130. ....	239
Figura 2.22. Zones climàtiques d'Espanya. ....	248
Figura 2.23. Demanda d'ACS en MJ. ....	251
Figura 2.24. Angle d'inclinació i angle d'azimut. ....	252
Figura 2.25. Percentatge d'energia respecte al màxim com a conseqüència de pèrdues per orientació i inclinació. ....	253
Figura 2.26. Corbes de rendiment de cada col·lector durant l'any. ....	264
Figura 2.27. Rati de cada col·lector durant l'any. ....	265
Figura 2.28. Gràfic comparatiu de demanda d'ACS i energia útil captada. ....	271
Figura 2.29. Percentatge de propilenglicol en funció de la temperatura de congelació. ....	273
Figura 2.30. Calor específic del propilenglicol en funció de la temperatura i la concentració. ....	274
Figura 2.31. Viscositat en funció de la concentració i la temperatura. ....	275
Figura 2.32. Esquema del dipòsit d'acumulació INOX 2S 200. ....	277
Figura 2.33. Esquema grup hidràulic solar. ....	278
Figura 2.34. Aïllament escollit per les canonades del circuit primari. ....	282





## ÍNDEX TAULES

Taula 1.1. Característiques dimensionals de la planta baixa. ....	45
Taula 1.2. Característiques dimensionals de la primera planta. ....	45
Taula 1.3. Característiques dels acumuladors elèctrics. ....	46
Taula 1.4. Característiques del radiador d'infrarojos. ....	47
Taula 1.5. Característiques dels diferents radiadors elèctrics. ....	47
Taula 1.6. Característiques del dipòsit d'acumulació d'ACS. ....	49
Taula 1.7. Taula de potències dels emissors de calor i dipòsit d'ACS. ....	50
Taula 1.8. Resum dels emissors de calor de l'instal·lació. ....	50
Taula 1.9. Descripció i característiques del mur exterior 1. ....	52
Taula 1.10. Descripció i característiques del mur exterior 2. ....	53
Taula 1.11. Descripció i característiques de l'envà 1. ....	53
Taula 1.12. Descripció i característiques de l'Envà 2. ....	53
Taula 1.13. Descripció i característiques de la coberta. ....	54
Taula 1.14. Descripció i característiques del sòl al terreny. ....	54
Taula 1.15. Descripció i característiques del forjat entre plantes. ....	54
Taula 1.16. Resum de les obertures de l'edifici classificades per locals. ....	55
Taula 1.17. Descripció i característiques de la finestra corredissa de l'Aula 1 orientació S-O....	57
Taula 1.18. Descripció i característiques de la finestra corredissa de l'Aula 1 orientació N-E....	58
Taula 1.19. Descripció i característiques de la finestra corredissa de la Cuina. ....	59
Taula 1.20. Descripció i característiques de la finestra corredissa del Bany 1. ....	60
Taula 1.21. Descripció i característiques de la finestra corredissa de l'Aula 2 orientació S-O....	61
Taula 1.22. Descripció i característiques de la finestra corredissa de l'Aula 2 orientació N-E....	62
Taula 1.23. Descripció i característiques de la finestra de l'Aula d'informàtica. ....	63
Taula 1.24. Descripció i característiques de la finestra de l'Aula 3. ....	64
Taula 1.25. Descripció i característiques de la finestra del Distribuïdor 3. ....	65
Taula 1.26. Descripció i característiques de la finestra tipus 1 de la Sala de material 1. ....	66
Taula 1.27. Descripció i característiques de la finestra tipus 2 de la Sala de material 1. ....	67
Taula 1.28. Descripció i característiques de la finestra de la Sala de material 2. ....	68
Taula 1.29. Descripció i característiques de la finestra tipus 1 del Despatx. ....	69
Taula 1.30. Descripció i característiques de la finestra tipus 2 del Despatx. ....	70
Taula 1.31. Descripció i característiques de la finestra N-E de l'Aula de psicomotricitat. ....	71
Taula 1.32. Descripció i característiques de la finestra S-O de l'Aula de psicomotricitat. ....	72
Taula 1.33. Descripció i característiques de la porta corredissa del balcó. ....	73
Taula 1.34. Descripció i característiques de la porta exterior de l'edifici. ....	74
Taula 1.35. Descripció i característiques de les portes interiors estàndards de l'edifici. ....	75
Taula 1.36. Descripció i característiques de les portes interiors del distribuïdor 2 i distribuïdor 3. ....	76
Taula 1.37. Transmissió tèrmica màxima de tancaments i particions interiors, en W/m <sup>2</sup> °C..	77
Taula 1.38. Tancaments que incompleixen amb la normativa CTE. ....	77
Taula 1.39. Càrregues tèrmiques de cada local. ....	78



Taula 1.40. Necessitats tèrmiques de l'ACS. ....	78
Taula 1.41. PCI i PCS de diferents combustibles gasosos.....	90
Taula 1.42. PCI i PCS de diferents combustibles líquids.....	91
Taula 1.43. Poder calorífic dels combustibles sòlids.....	92
Taula 1.44. Valors percentuals dels aspectes triats en l'anàlisi. ....	122
Taula 1.45. Resultats de cada tipus d'instal·lació en l'anàlisi per aspectes. ....	122
Taula 1.46. Elements i radiadors de cada local en funció de les plantes. ....	131
Taula 1.47. Característiques pèl·lets. ....	133
Taula 1.48. Llistat d'elements de l'instal·lació amb el respectiu codi identificatiu de l'instal·lació. ....	146
Taula 2.1. Condicions interiors de càlcul.....	156
Taula 2.2. Nivells metabòlics de diferents activitats.....	156
Taula 2.3. Categories d'ambients tèrmics interiors. ....	157
Taula 2.4. Temperatura interior segons el tipus de local i la categoria d'ambients tèrmics interiors. ....	158
Taula 2.5. Temperatures interiors en espais no calefactats de l'interior de l'edifici. ....	159
Taula 2.6. Espais de càlcul de la planta baixa.....	159
Taula 2.7. Espais de càlcul de la primera planta. ....	160
Taula 2.8. Conductivitats tèrmiques de diferents materials de construcció 1. ....	162
Taula 2.9. Conductivitats tèrmiques de diferents materials de construcció 2. ....	163
Taula 2.10. Resistències tèrmiques superficials de tancaments en contacte amb l'aire exterior en $m^2K/W$ ....	164
Taula 2.11. Resistències tèrmiques superficials de tancaments de particions interiors en $m^2K/W$ ....	164
Taula 2.12. Calor específic de l'aigua a diverses temperatures. ....	165
Taula 2.13. Suplement per orientació.....	166
Taula 2.14. Suplement per orientació 2.....	166
Taula 2.15. Suplement per interrupció. ....	167
Taula 2.16. Càrregues tèrmiques de cada local. ....	186
Taula 2.17. Simbologia de l'Annex 1. ....	187
Taula 2.18. Característiques dels radiadors seleccionats.....	188
Taula 2.19. Resultats del Rati de cada emissor. ....	189
Taula 2.20. Nombre d'elements i emissors en cada local. ....	194
Taula 2.21. Trams amb longituds corresponents de la planta baixa.....	196
Taula 2.22 Trams amb longituds corresponents de la primera planta. ....	197
Taula 2.23. Trams amb longituds corresponents de les canonades verticals entre plantes. ...	198
Taula 2.24. Resultats dels cabals màssics calculats de cada radiador. ....	199
Taula 2.25. Diàmetres normalitzats de les canonades de coure per la UNE-EN 1057.....	201
Taula 2.26. Viscositat dinàmica de l'aigua. ....	204
Taula 2.27. Rugositats absolutes de diferents materials ....	207
Taula 2.28. Cabals, diàmetres de les canonades i carregues contínues de cada tram de la planta baixa. ....	209



Taula 2.29. Cabals, diàmetres de les canonades i carregues contínues de cada tram de la primera planta.....	210
Taula 2.30. Cabals, diàmetres de les canonades i carregues contínues de cada tram entre plantes.....	211
Taula 2.32. Càrregues contínues totals.....	211
Taula 2.33. Accessoris en cada tram de la planta baixa.....	213
Taula 2.34. Accessoris en cada tram de la primera planta.....	214
Taula 2.35. Accessoris en els trams entre plantes.....	215
Taula 2.36. Resultats dels càlcul de les pèrdues de càrrega singulars en els colzes, planta baixa.....	216
Taula 2.37. Resultats dels càlcul de les pèrdues de càrrega singulars en els colzes, primera planta.....	216
Taula 2.38. Resultats dels càlcul de les pèrdues de càrrega singulars en els colzes, entre plantes.....	216
Taula 2.39. Resultats de les pèrdues de càrrega obtinguts en l'anàlisi dels accessoris en T, en la planta baixa.....	222
Taula 2.40. Resultats de les pèrdues de càrrega obtinguts en l'anàlisi dels accessoris en T, en la primera planta.....	223
Taula 2.41. Resultats pèrdues de càrrega dels radiadors.....	225
Taula 2.42. Coeficients de resistència singulars de vàlvules.....	225
Taula 2.43. Resultats de les pèrdues de càrrega contínues i singulars de la planta baixa.....	226
Taula 2.44. Resultats de les pèrdues de càrrega contínues i singulars de la primera planta.....	227
Taula 2.45. Resultats de les pèrdues de càrrega contínues i singulars dels trams entre plantes.....	228
Taula 2.46. Pèrdues de càrrega totals sense suplement.....	228
Taula 2.47. Calderes escollides de diferents fabricants.....	230
Taula 2.48. Característiques tècniques de la caldera GG35K Digital.....	231
2.49. Consums mensuals estimats de pèl·lets.....	232
Taula 2.50. Volum d'aigua en les canonades de cada tram i radiadors de la planta baixa.....	234
Taula 2.51. Volum d'aigua en les canonades de cada tram i radiadors de la primera planta.....	235
Taula 2.52. Volum d'aigua en les canonades de cada tram entre plantes.....	236
Taula 2.53. Volum total d'aigua en l'instal·lació de calefacció.....	236
Taula 2.54. Bombes seleccionades de diferents fabricants.....	238
Taula 2.55. Espessors mínims d'aïllament (mm) de canonades i accessoris que transporten fluids calents que passen per l'interior d'edificis.....	241
Taula 2.56. Espessors mínims d'aïllament (mm) de canonades i accessoris que transporten fluids calents que passen per l'exterior d'edificis.....	241
Taula 2.57. Referències i preus de l'aïllant seleccionat en funció del diàmetre nominal.....	242
Taula 2.58. Trams que s'aïllaran i la referència de l'aïllant escollit en cada cas.....	243
Taula 2.59. Simbologia Annex 2.....	245
Taula 2.60. Temperatura diària mensual de la xarxa d'aigua.....	246
Taula 2.61. Hores de sol en funció de cada mes de l'any a Lleida.....	246



Taula 2.62. Temperatures ambientals mitjanes durant les hores diürnes. ....	247
Taula 2.63. Zones climàtiques per localitats. ....	248
Taula 2.64. Contribució solar mínima anual d'ACS en %. ....	249
Taula 2.65. Demanda d'ACS a una temperatura de referència de 60°C segons el DB HE 4. ...	249
Taula 2.66. Càrregues mensuals d'ACS .....	251
Taula 2.67. Pèrdues límit en els col·lectors. ....	252
Taula 2.68. Radiació diària sobre superfícies inclinades. Estació Lleida-Raimat. Font:ICAEN ..	254
Taula 2.69. Radiació sobre superfície inclinada. ....	255
Taula 2.70. Irradiància en cada mes de l'any. ....	255
Taula 2.71. Dades ambientals pel càlcul del rendiment del col·lector .....	257
Taula 2.72. Característiques dels col·lectors seleccionats. ....	258
Taula 2.73. Equació de rendiment de cada col·lector. ....	259
Taula 2.74. Resultats del rendiment i rati pel col·lector Burderus Logasol SKN 3.0-s. ....	260
Taula 2.75. Resultats del rendiment i rati pel col·lector Burderus Logasol SKE 2.0-s. ....	260
Taula 2.76. Resultats del rendiment i rati pel col·lector Burderus Logasol SKS 4.0-s. ....	261
Taula 2.77. Resultats del rendiment i rati pel col·lector ALPIN RKM 2301. ....	261
Taula 2.78. Resultats del rendiment i rati pel col·lector ALPIN RKM 2001. ....	262
Taula 2.79. Resultats del rendiment i rati pel col·lector BAXIROCA PS 2.4. ....	262
Taula 2.80. Resultats del rendiment i rati pel col·lector BAXIROCA AR 20. ....	263
Taula 2.81. Resultats del rendiment i rati pel col·lector BAXIROCA Sol 200. ....	263
Taula 2.82. Resultats del rendiment i rati pel col·lector BAXIROCA Sol 250. ....	264
Taula 2.83. Comparació entre col·lectors RKM. ....	265
Taula 2.84. Demanda energètica mensual per ACS. ....	266
Taula 2.85. Constants i dades pel càlcul. ....	267
Taula 2.86. Energia absorbida pel col·lector (MJ). ....	268
Taula 2.87. Energia perduda pel col·lector en cada mes de l'any (MJ). ....	269
Taula 2.88. Resultats a partir del mètode F-Chart. ....	270
Taula 2.89. Propietats generals del líquid anticongelant escollit. ....	276
Taula 2.90. Característiques dipòsit acumulació INOX 2S 200. ....	277
Taula 2.91. Característiques del grup hidràulic solar escollit. ....	278
Taula 2.92. Coeficients característics del vas d'expansió solar. ....	279
Taula 2.93. Volum total d'aigua en el circuit primari. ....	280
Taula 2.94. Simbologia de l'Annex 3. ....	283
Taula 2.95. Característiques dels combustibles analitzats. ....	285
Taula 2.96. Detalls dels consums previstos de pèl·lets. ....	285
Taula 2.97. Detalls dels consums previstos de closca d'ametlla. ....	286
Taula 2.98. Detalls dels consums previstos de pinyols d'oliva. ....	286
Taula 2.99. Comparativa entre els tres tipus de combustibles analitzats. ....	289
Taula 2.100. VAN, TIR i Payback dels tres tipus de combustibles analitzats. ....	290
Taula 2.101. Simbologia de l'Annex 4. ....	291
Taula 4.1. Mesures de generadors de calor i la seva periodicitat. ....	336
Taula 4.2. Taula d'operacions del pla de vigilància descrit en el CTE. ....	341



Taula 4.3. Manteniment del sistema de captació.....	341
Taula 4.4. Manteniment del sistema d'acumulació.....	342
Taula 4.5. Manteniment del sistema d'intercanvi.....	342
Taula 4.6. Manteniment del circuit hidràulic.....	342
Taula 4.7. Manteniment del sistema elèctric i de control.....	342
Taula 4.8. Manteniment del sistema d'energia auxiliar.....	342
Taula 4.9. Periodicitat de les inspeccions dels sistemes de calefacció i ACS.....	344
Taula 4.10. Operacions de manteniment preventiu i la seva periodicitat.....	345
Taula 4.11. Full d'especificació de la caldera de biomassa GG35K.....	347
Taula 4.12. Full d'especificació dels radiadors horitzontals JET 70.....	348
Taula 4.13. Full d'especificació dels radiadors verticals AV 1800.....	349
Taula 4.14. Full d'especificació dels purgadors automàtics (PA5-1"D) i les reduccions per als radiadors.....	351
Taula 4.15. Full d'especificació dels suports d'acer per radiadors horitzontals (081A) i verticals (AV 1800 S).....	352
Taula 4.16. Full d'especificació de les claus termodinàmiques NT per radiadors.....	353
Taula 4.17. Full d'especificació dels detentors NT per soldar pas esquadra per radiadors.....	354
Taula 4.18. Full d'especificació de les canonades de coure marca THISA.....	355
Taula 4.19. Full d'especificació de l'aïllament tubular per les canonades ISOCELL model M1.....	356
Taula 4.20. Full d'especificació de la bomba de circulació del circuit de calefacció ALPHA2 15-50.....	358
Taula 4.21. Full d'especificació del termòstat TD 200.....	359
Taula 4.22. Full d'especificació del vas d'expansió del circuit de calefacció R12.....	360
Taula 4.23. Full d'especificació del col·lector solar ALPIN RKM 2301.....	361
Taula 4.24. Full d'especificació del líquid anticongelant propilenglicol. Tyfocor L 11 Kg.....	362
Taula 4.25. Full d'especificació de l'interacumulador d'ACS INOX 2 S 200.....	363
Taula 4.26. Full d'especificació de la centraleta solar ELIOS 25.....	364
Taula 4.27. Full d'especificació del grup hidràulic solar de la marca ORKIN.....	365
Taula 4.28. Full d'especificació dels purgadors d'aire FLEXVENT.....	366
Taula 4.29. Full d'especificació dels manòmetres verticals de la marca CEC Instruments.....	367
Taula 4.30. Full d'especificació de l'electrovàlvula de 3 vies de la marca BAXI.....	368
Taula 4.31. Full d'especificació de les vàlvules mescladores per ACS i per l'elevació de la temperatura de retorn.....	369
Taula 4.32. Full d'especificació de les vàlvules de seguretat regulables de SALVADOR ESCODA.....	370
Taula 4.33. Full d'especificació de les vàlvules d'esfera sèrie 850 de BAXI.....	372
Taula 4.34. Full d'especificació de la vàlvula reductora de pressió RinoxDue.....	373
Taula 4.35. Full d'especificació de les vàlvules antiretorn universals de SALVADOR ESCODA.....	374
Taula 4.36. Full d'especificació dels filtres de partícules de SALVADOR ESCODA.....	375
Taula 4.37. Full d'especificació de la sonda ambient per la caldera FRP12 de RESOL.....	376
Taula 4.38. Full d'especificació del vas d'expansió solar marca IBAIONDO model 2 SMF.....	377
Taula 4.39. Full d'especificació dels ràcords adaptables BSP, de BOSADO sèrie L.....	378



---

Taula 4.40. Full d'especificació dels ràcords reduïts de YNSTALIA.....	379
Taula 4.41. Full d'especificació de la xemeneia, marca DINAK model DP.....	380



# 1.MEMÒRIA



## ÍNDEX MEMÒRIA

<b>1. Memòria</b>	<b>23</b>
1.1. Full d'identificació	23
1.2. Introducció	24
1.2.1. Calor i energia tèrmica	24
1.2.2. Transmissió de calor	24
1.2.3. Màquines tèrmiques	26
1.2.4. Fonts d'energia	27
1.2.4.1. Fonts d'energia no renovables	27
1.2.4.2. Fonts d'energia renovables	28
1.3. Objecte	33
1.4. Abast	34
1.5. Antecedents	35
1.6. Normes i referències	36
1.6.1. Disposicions legals i normes aplicades	36
1.6.2. Bibliografia	37
1.6.3. Programes de càlcul	37
1.6.4. Altres referències	37
1.7. Definicions i abreviatures	39
1.7.1.1. Abreviacions	39
1.7.1.2. Definicions	40
1.8. Requisits de disseny	42
1.8.1. Requisits generals	42
1.8.2. Descripció arquitectònica de l'edifici	42
1.8.3. Característiques dimensionals de l'edifici	45
1.8.4. Característiques del sistema actual de calefacció	45
1.8.4.1. Resum de potències de l'instal·lació	50
1.8.4.2. Resum de costos d'electricitat de l'instal·lació	51
1.8.5. Descripció dels tancaments i particions interiors	52
1.8.5.1. Resum d'obertures	55
1.8.5.2. Descripció de les obertures	56
1.8.6. Transmissàncies màximes	77
1.8.7. Càrregues tèrmiques de la vivenda	78
1.8.8. Demanda de ACS	78
1.9. Anàlisis de solucions	79
1.9.1. Sistemes de calefacció	79
1.9.1.1. Introducció	79





1.9.1.2.	Classificació de les instal·lacions de calefacció .....	80
1.9.1.3.	Calefacció elèctrica.....	80
1.9.1.4.	Calefacció per energia solar .....	86
1.9.1.5.	Calefacció convencional per aigua calenta .....	87
1.9.1.6.	Calefacció radiant per aigua calenta .....	100
1.9.1.7.	Calefacció per aire calent .....	102
1.9.1.8.	Calefacció per vapor.....	103
1.9.1.9.	Calefacció per bomba de calor.....	104
1.9.2.	Sistemes de producció d'A.C.S. ....	107
1.9.2.1.	Classificació de les instal·lacions .....	107
1.9.2.2.	Sistemes de producció instantània .....	108
1.9.2.3.	Sistemes de producció per acumulació.....	109
1.10.	<i>Selecció del sistema de calefacció</i> .....	113
1.10.1.	Comparació dels diferents sistemes de calefacció.....	113
1.10.1.1.	Bomba de calor .....	114
1.10.1.2.	Energia elèctrica directa.....	115
1.10.1.3.	Energia elèctrica d'acumulació i mixta .....	116
1.10.1.4.	Terra radiant. Elèctric i aigua .....	117
1.10.1.5.	Energia solar .....	118
1.10.1.6.	Calefacció convencional combustible gas natural .....	119
1.10.1.7.	Calefacció convencional combustible gasoil.....	120
1.10.1.8.	Calefacció convencional combustible biomassa .....	121
1.10.2.	Taula comparativa i anàlisi de solucions .....	122
1.10.3.	Solució adoptada pel sistema de calefacció i ACS.....	126
1.11.	<i>Descripció general de l'instal·lació</i> .....	127
1.11.1.	Sistema de distribució .....	128
1.11.2.	Canonades.....	128
1.11.2.1.	Aïllament dels conductes .....	129
1.11.3.	Emissors.....	129
1.11.4.	Sala de màquines.....	131
1.11.4.1.	Emplaçament i característiques .....	132
1.11.4.2.	Caldera .....	132
1.11.4.3.	Combustible .....	133
1.11.4.4.	Xemeneia.....	133
1.11.5.	Sistema de control.....	134
1.11.5.1.	Criteri de funcionament .....	135
1.11.6.	Bomba circulatòria calefacció .....	135
1.11.7.	Sistema de captació i col·lector.....	136
1.11.8.	Fluid caloportador .....	136
1.11.9.	Circuit primari.....	137
1.11.10.	Dipòsit d'acumulació .....	137



1.11.10.1. Connexions del dipòsit d'acumulació .....	138
1.11.11. Aïllament canonades circuit primari .....	139
1.11.12. Grup hidràulic solar .....	139
1.11.13. Altres elements .....	139
1.11.13.1. Vas d'expansió .....	140
1.11.13.2. Purgadors d'aire .....	140
1.11.13.3. Manòmetres .....	140
1.11.13.4. Sensors .....	141
1.11.13.5. Electrovàlvula de 3 vies .....	141
1.11.13.6. Vàlvules mescladores .....	141
1.11.13.7. Vàlvules de seguretat .....	142
1.11.13.8. Vàlvules de tall .....	142
1.11.13.9. Vàlvula reductora de pressió.....	143
1.11.13.10. Vàlvules antiretorn .....	143
1.11.13.11. Filtre .....	143
1.11.13.12. Pont.....	144
1.11.14. Sistema de buidat.....	144
1.11.15. Sistema d'alimentació .....	144
1.11.16. Connexionat i compatibilitats .....	144
1.12. Codis dels elements de l'instal·lació .....	146
1.13. Certificat d'eficiència energètica .....	147
1.14. Conclusions.....	149
1.15. Agraïments .....	150



## 1. Memòria

### 1.1. Full d'identificació

#### TÍTOL DEL PROJECTE

Auditoria energètica d'un edifici aïllat destinat a escola pública de primària i disseny de l'instal·lació de calefacció i ACS amb plaques solars tèrmiques.

#### UBICACIÓ GEOGRÀFICA

Torrebellès, a la comarca del Segrià, província de Lleida.

#### RAÓ SOCIAL

Universitat de Lleida (UdL) i Escola Politècnica Superior (EPS)

#### AUTOR DEL PROJECTE

**Nom i Cognoms:** Víctor Coll Llovera

**NIF:** 47931600-Z

**Adreça:** C/Joc de la Bola nº1 escala 2 3r 1a (Lleida)

**Email:** victor.coll.llovera@gmail.com

**Tlf:** 661 863 194

#### DIRECTOR DEL PROJECTE

**Nom i Cognoms:** Ramon Grau Lanau

**Adreça:** Av. Segre, 7. (Lleida)

**Email:** rgrau@diei.udl.es

**Tlf:** 609 553 809

Firma del promotor i del projectista:

El promotor	El projectista
Ajuntament de Torrebellès	Víctor Coll Llovera



## 1.2. Introducció

### 1.2.1. Calor i energia tèrmica

El calor representa la quantitat d'energia que un cos transfereix a un altre com a conseqüència d'una diferència de temperatura entre els dos. El tipus d'energia que intervenen en els fenòmens calorífics es denomina energia tèrmica.

El caràcter energètic del calor porta en si mateix la possibilitat de transformar-lo en treball mecànic. No obstant, solament una fracció del calor disponible pot ser aprofitat en forma de treball útil.

Les idees sobre la naturalesa del calor han variat en els últims dos segles. Les experiències de Joule (1818-1889) i Mayer (1814-1878) sobre la conservació de l'energia, apuntaven cap a la calor com una forma més d'energia. No solament era capaç d'augmentar la temperatura o modificar l'estat físic dels cossos, sinó que a més podia moure'ls i realitzar un treball, com per exemple les màquines de vapor.

L'experiència demostra que quan dos cossos, un fred i un calent, es posen en contacte durant un temps prolongat, acaben arribant un estat d'equilibri tèrmic, que es caracteritza per que els dos cossos estan a la mateixa temperatura.

La calor és la forma d'energia més primària, per que qualsevol altra manifestació d'energia, al transformar-se, es va degradant fins arribar a aquesta forma. Així, l'aigua d'una caldera es calenta perquè l'energia interna del combustible, al cremar-la passa a l'aigua.

Les unitats de calor són les mateixes que les de treball i energia per tant, en el Sistema Internacional (S.I.) és el Joule. No obstant, una de les unitats més utilitzades és la Kilocaloria (kcal), que és la quantitat de calor que es necessari subministrar a 1 kg d'aigua per elevar la temperatura 1°C. La tèrmia equival a 1000 kcal/h.

En el cas de la temperatura, l'unitat del S.I. és el grau Kelvin, encara que sovint s'utilitza el grau Celsius.

L'energia tèrmica és la forma d'energia que intervé en els fenòmens calorífics. Al posar-se en contacte dos cossos a diferents temperatures, el tipus d'energia que es transmet d'un a l'altre per finalment arribar al punt d'equilibri és l'energia tèrmica.

### 1.2.2. Transmissió de calor

El calor es transmet de cossos més calents a cossos més freds. Si estan en contacte diferents objectes amb diferents temperatures, els que estan a una major temperatura s'enfreden i els més fred s'escalfen. Aquets al cap d'un període de temps i si no hi ha aportacions externes



d'energia, arriben a un punt d'equilibri com s'ha explicat anteriorment. Aquesta igualació de temperatures es du a terme de tres maneres diferents: Per conducció, convecció i radiació.

La *conducció* és un procés de transferència de calor basat en el contacte directe entre cossos, sense intercanvi de matèria, on el calor flueix des d'un cos a major temperatura fins a un altre a menor temperatura quan està en contacte amb el primer.

En escala atòmica, la calor es transfereix a través de la matèria per activitat molecular, per la col·lisió de molècules amb altres, on les partícules més energètiques li entreguen energia a les menys energètiques, produint-se un flux de calor. Els millors conductors són els metalls.

La propietat física dels materials que determina la seva capacitat per conduir la calor s'anomena conductivitat tèrmica. La propietat inversa d'aquesta s'anomena resistivitat tèrmica, que és la capacitat dels materials per oposar-se al pas de la calor.

En el cas d'una instal·lació convencional de calefacció, hi ha transferència de calor per conducció en la caldera, on la flama calenta la carcassa metàl·lica, o en els tubs que transporten l'aigua calenta per la calefacció.

La *convecció* és el mecanisme de transferència de calor per moviment de massa o circulació dins de la substància. Pot ser natural produïda solament per les diferències de densitats de la matèria o forçada, quan la matèria és obligada a moure's d'un lloc a un altre. Per exemple funcionen baix aquest concepte molts dels emissors en determinats sistemes de calefacció, on per l'escalfament del mateix, forcen que l'aire que està al voltant s'escalfi i generi un corrent convectiu.

Aquesta transferència de calor solament es produeix en líquids i gasos, on els àtoms i molècules tenen llibertat de moviment en el medi.

La *radiació* tèrmica és energia emesa que es troba a una temperatura donada, es produeix directament des de la font cap a fora en totes direccions. Aquesta energia és produïda pels canvis en les configuracions electròniques dels àtoms i transportada per ones electromagnètiques o fotons, per lo que rep el nom de radiació electromagnètica.

Tots els cossos emeten radiació electromagnètica, sent la seva intensitat dependent de la temperatura i de la longitud d'ona considerada.

En la Figura 1.1, s'aprecia una estructura que està sent calefactada per un radiador, aquest emissor calenta el volum de l'espai per radiació que emet directament la superfície calenta i per convecció, on es genera un flux convectiu al local. Al estar més calenta la superfície interior de la paret que l'exterior que dona a l'intempèrie, també hi ha un flux de calor per conducció a través d'aquesta cap a l'exterior, com a pèrdua de càrrega. A l'exterior també es produeix un fenomen convectiu a causa de les parets.

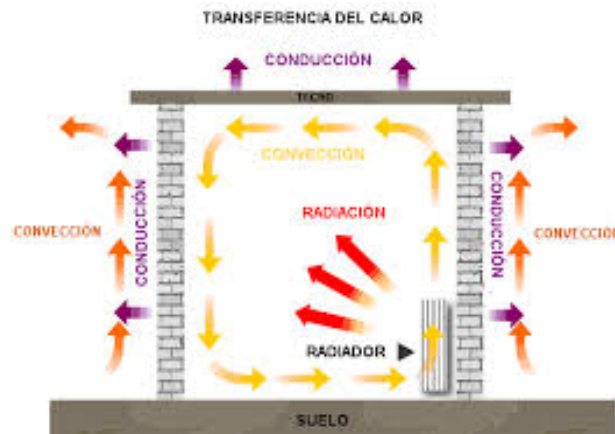


Figura 1.1 Representació dels diferents tipus de transferència de calor.

### 1.2.3. Màquines tèrmiques

Una màquina tèrmica és un dispositiu que té com a objectiu convertir calor en treball. Per això, utilitza una substància de treball (vapor d'aigua, aire o gasolina) que realitza una sèrie de transformacions termodinàmiques de forma cíclica. L'objectiu és que la màquina pugui funcionar de forma contínua. A través d'aquestes transformacions la substància absorbeix calor (normalment, d'un focus tèrmic) que transforma en treball.

Les màquines tèrmiques (Figura 1.2) treballen baix el fonament del segon principi de la termodinàmica, que especifica que el calor flueix per ell mateix des d'un cos que està a major temperatura (focus calent) fins a un altre a menor temperatura (focus fred).

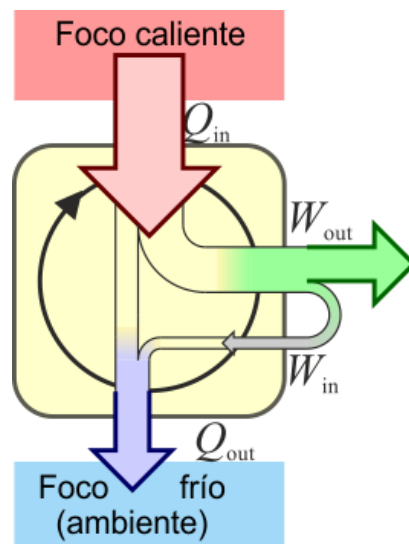


Figura 1.2. Funcionament esquemàtic d'una màquina tèrmica.



Segons el sentit de transferència d'energia, es poden classificar en:

*Màquines tèrmiques motores:* les quals l'energia del fluid disminueix al travessar la màquina, obtenint energia mecànica.

*Màquines tèrmiques generadores:* l'energia del fluid augmenta al travessar la màquina.

L'objectiu d'una màquina és augmentar la relació entre el treball produït i el calor absorbit. Es defineix doncs el rendiment com el quocient entre ambdós. El treball sempre serà menor que el calor absorbit, de manera que el rendiment sempre serà menor que 1.

#### **1.2.4. Fonts d'energia**

Són els recursos naturals que l'home utilitza per a produir energia i amb aquesta realitzar un treball o obtenir alguna utilitat (fer funcionar màquines, en l'indústria, transport..).

Les fonts d'energia es poden classificar en funció de si són renovables o no.

##### **1.2.4.1. Fonts d'energia no renovables**

Aquest tipus es troben a la natura amb una quantitat limitada i una vegada consumides en la seva totalitat, no es poden substituir, ja que no existeix sistema de producció o extracció viable. Dins de les energies no renovables existeixen dos tipus: *Els combustibles fòssils (petroli, carbó i gas natural) i l'energia nuclear.*

Els *combustibles fòssils* són el carbó, el petroli i el gas natural. Han sigut els grans protagonistes de l'impuls industrial des de l'invenció de la màquina de vapor fins actualment. D'ells depèn la major part de l'indústria i el transport actuals i suposen quasi el 90% de l'energia comercial utilitzada en el món.

Un combustible fòssil està compost per la biomassa produïda fa milions d'anys. El carbó es va formar a partir de plantes terrestres, el petroli i el gas natural a partir de microorganismes i animals.

L'energia s'obté al cremar aquests productes, procés en el que es formen grans quantitats de CO<sub>2</sub> i altres gasos contaminants.

- El carbó és un mineral format a partir de vegetals prehistòrics. A causa de la pressió, temperatura i falta d'oxigen, va adquirir l'estructura que avui presenta. Una roca sedimentària de color negre, rica en carboni. La major importància del carbó és el seu poder energètic, actualment les majors reserves les té EEUU (22,6% de les reserves mundials) però el major productor és Xina (49,5% de la producció mundial).



- El petroli és un líquid viscosos compost per carboni i hidrogen. De la mateixa manera la principal importància està en el seu poder energètic com a combustible i el fet que és la matèria prima fonamental en l'elaboració de molts articles i materials (plàstic, fibres, asfalt, nafta, cautxú...). Actualment el major productor de petroli és Aràbia Saudita, i el país amb més reserves és Veneçuela.
- El gas natural està compost principalment per metà. Normalment es troba en companyia del petroli. S'extreu i s'emmagatzema en grans dipòsits i tancs, per després poder distribuir-lo a través gasoductes. Al extreure'l el gas és incolor i inodor però li donen olor al barrejar-lo amb una substància per a que sigui perceptible. El major productor de gas natural són els Emirats Àrabs Units, però el que disposa de més reserves és Iran.

*L'energia nuclear* és l'energia provinent de reaccions nuclears o de la desintegració dels nuclis d'alguns àtoms. Procedeix de la alliberació de l'energia emmagatzemada al nucli d'aquests.

Una central nuclear és una central termoelèctrica, és a dir, una instal·lació que aprofita una font de calor per convertir en vapor a alta temperatura el líquid que circula per un conjunt de conductes, i s'utilitza per accionar un grup de turbines produint així energia elèctrica.

Les energies no renovables tenen diferents **avantatges**: Són fonts d'energia que fa molt temps que s'utilitzen i s'ha après a aprofitar-les al màxim, treure el màxim rendiment. A més, molta de la tecnologia i infraestructura s'ha adaptat per aquests tipus d'energia.

La seva fàcil extracció fa que siguin més barates econòmicament que les fonts renovables.

Com s'ha especificat anteriorment, el petroli a més de ser utilitzat per produir energia a partir de la seva combustió, també és la matèria prima de molts articles.

Els **inconvenients** són nombrosos, com ara que són combustibles limitats. A part de ser molt contaminants, la crema d'aquests combustibles genera molts gasos tòxics i pol·lució a l'atmosfera.

S'ha de tenir molt compte amb aquests tipus d'energies ja que, si el seu poder calorífic és un avantatge si es controla, també es pot inflamar ràpidament i patir accidents.

#### **1.2.4.2. Fonts d'energia renovables**

Les fonts d'energia renovables són aquelles que, després de ser utilitzades, es poden regenerar de manera natural o artificial. Algunes de les fonts renovables estan sotmeses a cicles que es mantenen de forma més o menys constant en la naturalesa.

Entre les energies renovables més importants trobem: *L'energia solar tèrmica, l'energia eòlica, la mareomotriu, la hidràulica, la biomassa, la geotèrmica i la marina.*



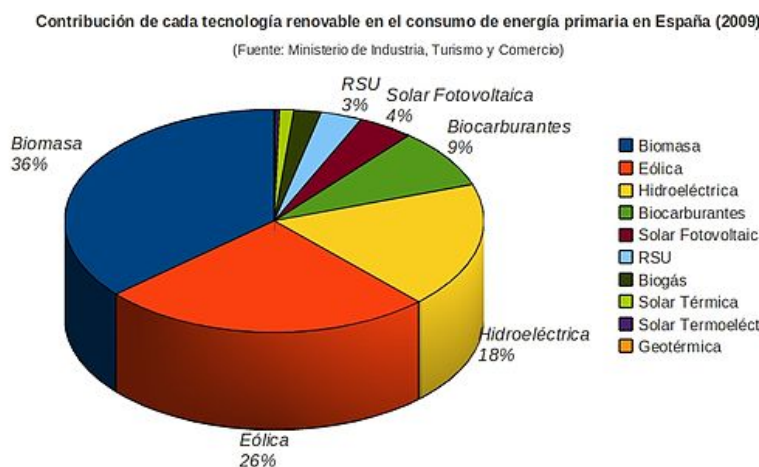


Figura 1.3. Contribució de cada tecnologia renovable en el consum d'energia primària a Espanya.

L'energia solar és una font de vida i origen de la majoria de les altres formes d'energia a la Terra. Cada any la radiació solar aporta a la Terra l'energia equivalent a diversos milers de vegades la quantitat d'energia que consumeix la humanitat. Recollint de forma adequada la radiació solar, aquesta pot transformar-se en altres formes d'energia com energia tèrmica o energia elèctrica utilitzant panells solars.

Mitjançant col·lectors solars, l'energia solar pot transformar-se en energia tèrmica, i utilitzant panells fotovoltaics l'energia lumínica pot transformar-se en energia elèctrica. Així mateix, en les centrals tèrmiques solars s'utilitza l'energia tèrmica dels col·lectors solars per generar electricitat.

Es distingeixen dos components en la radiació solar: la radiació directa i la radiació difusa. La radiació directa és la que arriba directament del focus solar, sense reflexions o refraccions intermèdies. La difusa és la radiació que quan entra en contacte amb l'atmosfera es dissipa en totes direccions gràcies als múltiples fenòmens de reflexió i refracció solar en l'atmosfera, en els núvols, i la resta d'elements atmosfèrics i terrestres. La radiació directa pot reflectir-se i concentrar-se per a la seva utilització, mentre que no és possible concentrar la llum difusa.

Un important avantatge de l'energia solar és que permet la generació d'energia en el mateix lloc de consum mitjançant la integració arquitectònica en edificis. Així, poden donar lloc a sistemes de generació distribuïda en els quals s'eliminen gairebé per complet les pèrdues relacionades amb el transport i la dependència energètica.



Figura 1.4. Foto d'instal·lació solar fotovoltaica.

*L'energia eòlica* és energia generada per l'utilització del vent. Des de l'antiguitat, aquest tipus d'energia ha estat utilitzada per l'home, sobre tot a l'hora d'impulsar embarcacions i els molins de vent.

Les grans turbines o aerogeneradors a partir del vent produeixen energia elèctrica i els molins de vent generen energia mecànica. L'energia eòlica, com una alternativa als combustibles fòssils, és abundant, renovable, àmpliament distribuïda, neta i no produeix emissions de gasos d'efecte hivernacle durant el funcionament.

A l'actualitat, els països que més generen energia eòlica són Xina i EEUU.

*L'energia mareomotriu* es produeix gràcies al moviment generat per les mareas, aquesta energia aprofitada per turbines, les quals mouen el mecanisme d'un alternador que genera l'energia elèctrica. Finalment aquest està connectat amb una central en terra que distribueix l'energia fins la comunitat o les indústries.

Al no consumir elements fòssils ni tampoc produir gasos que ajudin a l'efecte hivernacle, se la considera una energia neta i renovable. Una de les avantatges principals es que és previsible i no varia en excés anualment, solament es limita als cicles de marea i corrents.

*L'energia hidràulica* és aquella energia potencial acumulada en els salts d'aigua que pot ser transformada en energia elèctrica. Les centrals hidroelèctriques aprofiten l'energia dels rius per a posar en funcionament les turbines que mouen un generador elèctric. A Espanya s'utilitza aquesta energia per a produir aproximadament el 15% del total de l'electricitat.

És una energia neta i autòctona però per a la que es necessita construir les necessàries infraestructures que permetin aprofitar el potencial disponible amb un cost nul de combustible. Un altre dels problemes és que depèn de les condicions climàtiques.

*La bioenergia o energia de biomassa* és un tipus d'energia renovable procedent de l'aprofitament de la matèria orgànica i industrial formada en algun procés biològic o mecànic, generalment. Es treu dels residus de les substàncies que constitueixen els éssers vius (plantes, ser humà, animals, entre d'altres), o les seves restes i residus. L'aprofitament de



L'energia de la biomassa es fa directament (per exemple, per combustió), o per transformació en altres substàncies que poden ser aprofitades més tard com a combustibles o aliments.

Els ciutadans poden utilitzar-les per climatitzar els seus habitatges i es poden proveir de l'electricitat creada en instal·lacions específiques. La biomassa resol el problema del tractament dels residus desaprovechats del camp i la muntanya, redueix el risc d'incendis forestals, ofereix altres possibilitats, com a fertilitzant en l'agricultura, genera gran quantitat d'ocupació en zones rurals, i combat el canvi climàtic.

*L'energia geotèrmica* és una de les fonts d'energia renovable menys conegudes i amb major futur. Es troba emmagatzemada sota la superfície terrestre en forma de calor i lligada a volcans, aigües termals, etc.

Aquesta energia posseeix actualment un gran potencial i pot ser explotada en aplicacions que van des de la producció d'electricitat quan es tracta de jaciments d'alta temperatura fins a usos tèrmics en els sectors industrials, de serveis i residencials, ja sigui directament o a través d'una bomba de calor geotèrmica.

El principal avantatge és la seva disponibilitat total.

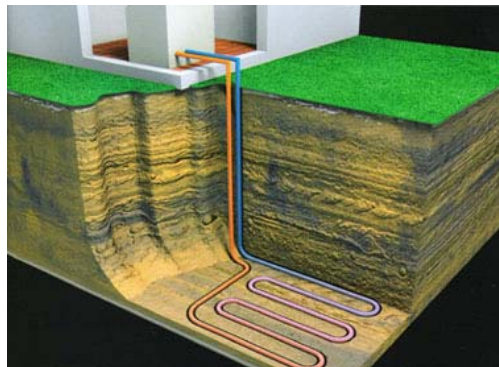


Figura 1.5. Esquema d'instal·lació geotèrmica residencial.

*L'energia marina* és l'energia renovable produïda per les onades del mar (Energia de les ones), les mareas (energia mareomotriu), la salinitat (energia osmòtica) i les diferències de temperatura de l'oceà (maremotèrmica). El moviment de l'aigua dels oceans en el món crea un vast magatzem d'energia cinètica que es pot aprofitar per a generar electricitat per als àmbits de la indústria, transport, serveis i residencial.

En la següent figura es mostra el consum de la majoria de fonts d'energia, tant fòssils com renovables, a Espanya entre l'any 1973 i el 2011, així com el percentatge que representa cada una en comparació al total.



Año	Carbón		Petróleo		Gas		Renovables		Nuclear		Total	
	ktep	(%)	ktep	(%)	ktep	(%)	ktep	(%)	ktep	(%)	ktep	(%)
1973	9.875	18,2	39.455	72,9	794	1,5	2.489	4,6	1.705	3,1	54.145	100
1990	18.974	20,7	47.741	52	5.000	5,45	5.983	6,52	14.138	15,4	91.836	100
2000	22.137	17,6	64.663	51,5	15.223	12,1	7.076	5,63	16.211	12,9	125.692	100
2001	20.204	15,7	66.721	51,9	16.405	12,8	8.297	6,46	16.602	12,9	128.527	100
2002	22.640	17	67.647	50,8	18.757	14,1	7.331	5,5	16.422	12,3	133.255	100
2003	21.435	15,6	69.313	50,4	21.254	15,5	9.204	6,7	16.125	11,7	137.440	100
2004	21.034	14,8	71.055	50	24.672	17,4	8.911	6,3	16.576	11,7	141.987	100
2005	22.718	15,5	71.786	48,9	29.120	19,8	8.402	5,7	14.995	10,2	146.904	100
2006	19.677	13,6	70.864	47,9	30.039	20,7	9.161	6,3	15.669	10,8	145.128	100
2011	13.956	8,5	74.553	45,3	40.530	24,6	20.552	12,5	15.145	9,2	164.735	100

Metodología: A.I.E. ktep=Mil toneladas equivalentes de petróleo.

Fuente: Secretaría General de la Energía. Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. Planificación de los Sectores de Electricidad y gas 2002-2011. Revisión 2005-2011, y elaboración propia.

Figura 1.6. Consum de diferents combustibles a Espanya entre e 1973 i el 2011.

Es pot observar un decreixement del consum en carbó i petroli. Encara que a nivell de quantitats es consumeixi més, el percentatge que representa disminueix. En canvi el gas natural al ser un combustible relativament més nou i econòmic, augmenta en consum. Pel que fa a les energies renovables pateixen un increment del consum i la progressió segueix sent ascendent per el futur.

Si s'han començat a utilitzar amb major mesura aquests tipus de fonts d'energia és per les **avantatges** que presenta front les altres fonts d'energia. Les energies renovables són netes, amb escàs risc de contaminació i sense produir gasos d'efecte hivernacle, ni marees negres, ni residus perillosos. Són segures ja que els danys que causen unes possibles fugues o accidents són molt menors. Una de les particularitats que tenen és que són inesgotables i molt diverses.

Per contra, els principals **inconvenients** són: Encara que els combustibles d'aquestes energies són més barats o gratis, la inversió en instal·lació i equips és més elevada. També la disponibilitat d'aquests recursos i la possible fluctuació, ja que no sempre s'extreu la mateixa quantitat d'energia (No sempre fa vent i no sempre incideix el sol sobre la superfície). En aquest sentit no és molt fiable. Per últim, alguns d'aquests tipus de energies necessiten un gran espai per desenvolupar-se i per obtenir una quantitat apreciable d'energia, i tenen impactes visuals elevats.



### 1.3. Objecte

L'objecte del present projecte es dur a terme una reforma de l'instal·lació de calefacció i aigua calenta sanitària (ACS) d'un edifici destinat a escola pública situat en el municipi de Torrebesses (Lleida).

L'instal·lació actual utilitza energia elèctrica per efecte Joule tenint com a emissors radiadors elèctrics i acumuladors. Es farà un anàlisi de l'edifici calculant les càrregues tèrmiques i s'estudiarà quina és la alternativa de calefacció més adient intentant així millorar les condicions de servei del sistema de calefacció, el nivell de confort, fer una instal·lació més eficient a nivell energètic i més econòmica.

Per l'escalfament de l'aigua calenta sanitària s'utilitzaran col·lectors solars ubicats en la coberta de l'edifici.

Es dimensionarà l'instal·lació sempre respectant les normatives vigents, el Reglamento d'Instalaciones Termicas en los Edificios (RITE) i el Código Técnico de la Edificación (CTE).

Les noves instal·lacions han de permetre el normal funcionament del centre i garantir el confort als seus residents.



#### 1.4. Abast

Aquest projecte pretén redissenyar l'instal·lació de calefacció i aigua calenta sanitària d'un edifici aïllat destinat a escola pública. Es descriurà l'instal·lació implantada actualment a l'edifici així com tots els tancaments i particions interiors especificant totes les característiques i si compleixen amb el CTE.

Posteriorment es farà un estudi i comparació de la majoria de sistemes de calefacció considerant els diferents aspectes com el cost, manteniment, contaminació, eficiència energètica i seguretat per determinar quin d'aquest és el més idoni per aquest tipus d'edifici.

S'escollirà el que millors característiques presenti i es durà a terme el dimensionat i disseny de la nova instal·lació, fent el càlcul exhaustiu de les càrregues tèrmiques de cada local així com de l'edifici en la seva totalitat per a un bon dimensionament del sistema de calefacció. Posteriorment es determinaran les necessitats d'ACS i càlcul del sistema solar ajustant-se a dites necessitats intentant que el conjunt de l'instal·lació sigui el més econòmica, eficient i respectuós amb l'ambient possible.

Al no haver circuit de calefacció existent, es dissenyarà un circuit de canonades d'aigua. Finalment es descriurà acuradament l'instal·lació escollida de calefacció i ACS, amb suport dels respectius plànols i s'elaborarà el pressupost, fent un estudi de viabilitat i elaborant el certificat d'eficiència energètica.

Aquest projecte no inclou l'instal·lació elèctrica ni es realitzarà el sistema de climatització a l'estiu de l'edifici.

Tota l'instal·lació i càlculs es duran a terme respectant les normatives vigents.



## 1.5. Antecedents

L'edifici aïllat destinat a escola pública està situat a la població de Torrebesses, província de Lleida. La situació i ubicació està descrita en els plànols del present projecte.

L'edifici consta de 2 plantes, la planta baixa amb una superfície total de 136,98 m<sup>2</sup> i una superfície útil de 110 m<sup>2</sup> amb un local annex que té la funció de magatzem de 6,2 m<sup>2</sup>. La planta està composta per dos aules, la cuina, un distribuïdor amb accés a l'exterior, un bany i el tram de davall de l'escala.

La primera planta té una superfície total de 136,98 m<sup>2</sup> amb una terrassa de 2,08 m<sup>2</sup>, i una superfície útil de 108 m<sup>2</sup>, on hi han 3 aules (una de les quals destinada a informàtica i una altra a activitats de psicomotricitat), dos distribuïdors, bany, dos sales de material i un despatx.

Aquest projecte es porta a terme per remodelar un sistema de calefacció i ACS poc eficient i costós, constituït a base de radiadors elèctrics i acumuladors elèctrics. Es pretén instal·lar un sistema més respectuós amb el medi ambient i que presenti uns costos menors al ja constituït.



## 1.6. Normes i referències

### 1.6.1. Disposicions legals i normes aplicades

Real Decret 314/2006, de 17 de març pel que s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).

DB HS: Salubridad

DB HE: Ahorro de energía

Real Decret 1027/2007, de 20 de Juliol, pel que s'aprova el Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques en els edificis (RITE).

Normes UNE

UNE 100001/01.

*Climatización: Condiciones climáticas para proyectos.*

UNE 157001: 2002

*Criteris generals per l'elaboració de projectes*

UNE 94002:2005

*Instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente sanitaria*

UNE-EN ISO 8996:2005

*Ergonomía del ambiente térmico. Determinación de la tasa metabólica*

UNE-EN 12831:2003

*Sistemas de calefacción en edificios. Método para el cálculo de la carga térmica de diseño.*

UNE-EN 1057:2007+A1

*Cobre y aleaciones de cobre. Tubos redondos de cobre, sin soldadura, para agua y gas en aplicaciones sanitarias y de calefacción.*

UNE 100155 2004

*Climatización. Diseño y cálculo de sistemas de expansión.*





### 1.6.2. Bibliografia

- CALEFACCIÓN. Calculo y diseño de las instalaciones. E. Carnicer Royo.
- Curso de Instalador de Calefacción, Climatización y Agua Caliente Sanitaria. Francisco Galdón y Teófilo Calvo.
- Instalaciones de calefacción. Martí Rosas i Casals.
- Calefacción y agua caliente sanitaria. J.A. De Andres y Rodriguez-Pomatta, Santiago Aroca Lastra, Manuel Garcia Gandara.
- Manual de Calefacción. Luis Jutglar, Á. Luis Miranda, Miguel Villarubia.
- Tuberías a presión. Manuel Vicente Méndez.

### 1.6.3. Programes de càlcul

- Microsoft Office Word 2007
- Microsoft Office Excel 2007
- AutoCad 2015
- Adobe Reader
- GRUNDFOS WEBCAPS
- CE3X 1.0

### 1.6.4. Altres referències

- <http://cte-web.iccl.es/>
- <http://www.aenor.es/>
- <http://www.idae.es/>
- <http://physics.tutorcircle.com/heat/specific-heat.html>
- [icaen.gencat.cat/es/](http://icaen.gencat.cat/es/)
- <http://www.ine.es/>
- <http://www.ursa.es/>

#### Fabricants i distribuïdors

- <http://grupobiosan.com/> (Caldera biomassa, vas expansió)
- <http://www.baxi.es/home/> (Radiadors i elements d'aquests, termòstat, purgadors, V. esfera)
- <http://www.thisa.es/> (Canonades de coure, colzes 90º)
- <http://www.comercialbastos.com/> (Accessoris T)
- <http://www.cealco.es/> (Accessoris T)
- <http://www.salvadorescoda.com/> (Aïllament, col·lector, V. seguretat, Filtre)
- <https://es.grundfos.com/> (Bomba circulació)
- <http://www.resol.de/index/index/sprache/es> (Anticongelant, sonda ambient)



- <http://www.troiaespana.com/> (Interacumulador)
- <http://www.ariston.com/es/> (Centraleta solar)
- <http://es.orkin.com/> (Grup hidràulic solar)
- <http://www.cexco.es/> (Manòmetres)
- <http://www.sysclima.com/> (Vàlvules mescladores)
- <http://www.suministrosgl.com/> (Vàlvula reductora de pressió)
- <http://www.ibaiondo.es/> (Vas expansió solar)
- <http://www.bosado.com/> (Ràcords adaptables)
- <http://www.ynstalia.com/> (Ràcords amb reducció)
- <http://www.dinakchimeneas.com/> (Xemeneia)



## 1.7. Definicions i abreviatures

### 1.7.1.1. Abreviacions

- EPS, Escola Politècnica Superior
- ACS, Aigua Calenta Sanitària.
- RITE, Reglamento de las Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- CTE, Codi Tècnic de l'edificació.
- DB HE, Document Bàsic d'Estalvi d'Energia.
- UNE, Una Norma Española.
- PCI, Poder calorífic inferior.
- PCS, Poder calorífic superior.
- GLP, Gasos líquats del petroli.
- IVA, Impost sobre el Valor Afegit.
- ITC, Instrucción Técnica Complementaria.
- COP, coefficient of performance. (Coeficient de rendiment).
- S.I. Sistema Internacional.
- PPD, Percentatge estimat d'insatisfets.
- PMV, Vot mitjà estimat.
- ICAEN, Institut Català d'Energia.
- AEMet, Agencia Estatal de Meteorología.
- INE, Instituto Nacional de Estadística.
- BSP, British Standard Pipe.
- VAN, Valor actual Net
- TIR, Taxa Interna de Retorn



### 1.7.1.2. Definicions

**Càrregues tèrmiques:** Quantitat d'energia tèrmica per unitat de temps (potència tèrmica) que un recinte tancat intercanvia amb l'exterior a causa de les diferents condicions higrotèrmiques de l'interior i de l'exterior

**Sutge:** és un terme general per a referir-se a les partícules sòlides molt petites, des d'uns 100 nanòmetres (100 nm) fins a 5 micres (5µm), que es produeixen per la combustió incompleta del carbó i altres hidrocarburs combustibles.

**Comburent:** És qualsevol substància que en certes condicions de temperatura i pressió pot combinar-se amb un combustible, provocant la combustió; actua oxidant l'oxigen al combustible sent reduït per aquest.

El comburent per antonomàsia és l'oxigen atmosfèric, que es troba normalment a l'aire amb una concentració percentual en volum del 21%.

**Ventiloconvector:** Unitat terminal bastant semblant a un convector construït per una bateria de coure i aletes d'alumini que pel seu interior circula un fluid caloportador, i expulsa aire mitjançant un ventilador al exterior.

**Efecte Joule:** Quan per un material conductor amb resistència no nul·la circula una corrent d'intensitat "I" i això fa que el material en qüestió s'escalfi.

**Calor sensible:** Calor produït o extret en una substància per a canviar la seva temperatura sense variar el seu estat.

**Calor latent:** Cessió o sostracció de calor que implica un canvi d'estat. Es pot parlar de calor latent de fusió, vaporació o sublimació.

**Calor específic:** Quantitat de calor que es necessita subministrar a una substància per aconseguir que 1 kg d'aquesta augmenti en 1 °K la temperatura.

**Poder calorífic superior (PCS),** és la quantitat de calor produït en la combustió completa de la unitat de combustible (unitat de massa per combustibles sòlids i de volum per gasosos), refredant els productes de combustió fins la temperatura inicial de 15 °C.

**Poder calorífic inferior (PCI)** és la quantitat de calor produït per la combustió completa de la unitat de combustible, refredant els productes de combustió fins els 100 °C, sense condensar el vapor d'aigua.

**Energia aerotèrmica.** És la energia emmagatzemada en forma de calor en l'aire ambient.

**Coefficient de rendiment d'una bomba de calor (COP),** És una expressió de l'eficiència d'una bomba de calor. Quan es calcula el COP, es compara la sortida de calor del condensador amb la potència subministrada al compressor.



**Pont tèrmic.** És una zona on el calor es transmet més fàcilment, ja sigui per la naturalesa del material (conductivitat) o l'espessor del mateix. Aquestes zones normalment s'ubiquen a l'evolvent de l'edifici.

**Pes específic.** És la relació entre el pes d'una substància i el seu volum, de manera que s'expressa en  $\text{N/m}^3$  en el S.I. o en  $\text{kg/m}^3$ .

**Cabal màssic.** És la massa d'una substància que travessa una certa superfície per unitat de temps. La unitat de mesura és el  $\text{Kg/s}$ .

**Viscositat dinàmica.** És la oposició d'un fluid a les deformacions tangencials, a causa de les forces de cohesió moleculars. La unitat del S.I. és Pascals·segon.



## 1.8. Requisits de disseny

### 1.8.1. Requisits generals

S'ha de dissenyar un sistema de calefacció i aigua calenta sanitària per a un edifici públic destinat a escola de primària ja construït. La nova instal·lació ha de ser adequada i garantir el confort dels ocupants durant el interval de temps hivernal. Es durà a terme l'implementació de col·lectors solars per la generació d'ACS i s'estudiaran diferents sistemes de calefacció amb l'objectiu de reduir els costos econòmics que genera l'instal·lació actual, composta per radiadors i acumuladors elèctrics.

Les noves instal·lacions hauran de generar un nivell de contaminació mediambiental inferior als actuals i s'intentarà que tinguin el menor impacte visual possible.

Haurà de garantir el compliment de les lleis vigents, tant el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE) en els apartats DB HS4 Subministrament d'aigua i DB HE 4 Contribució solar mínima de l'Aigua Calenta Sanitària, així com el RITE.

### 1.8.2. Descripció arquitectònica de l'edifici

L'edifici en qüestió data al voltant del 1967 i inicialment va ser construït per donar-li un ús de vivenda. Es troba ubicat en el Carrer Escola de la localitat de Torrebesses (comarca del Segrià) als límits del poble. Consta d'un edifici aïllat, sense cap altra construcció confrontant (veure plànols nº1 i nº2).

La superfície que pertany a l'escola es divideix en dos zones, la edificada amb l'edifici i l'annexa, que consta d'un terreny al voltant d'aquesta on hi ha un camp de futbol i terreny no alterat.

L'edifici consta de dos plantes, una planta baixa amb una superfície de 136,98 m<sup>2</sup> i la primera planta de 136,98 m<sup>2</sup>. La planta baixa està composta per un distribuïdor on hi ha l'entrada principal a l'edifici, aquest dona a totes les estàncies referents a aquesta planta, on es troben l'Aula 1 i la 2, la cuina, el bany 1 i dos zones amb escassa superfície on a una hi ha l'escala, i a l'altra la zona de sota l'escala, o les golfes. Les úniques dos estàncies que no disposen de ventilació a l'exterior són les dos últimes. La superfície habitable, la suma de tots els espais és de 110,01 m<sup>2</sup>. Annex a l'edifici hi ha una sala de magatzem, amb una superfície de 6,67 m<sup>2</sup> que comparteix paret amb la façana N-E. Disposa d'una porta que dona a l'exterior i una finestra. A la primera planta s'accedeix per l'escala i aquesta dona a un replà que parteix la planta en dos zones. Per una part, la zona Oest, on comunica amb el distribuïdor 2 i aquest amb el bany 2 i l'Aula 3. L'aula 3 comunica amb la Sala de material que s'utilitza de magatzem, la sala de material 2 i l'Aula d'informàtica. Per l'altra part, en la zona Est, comunica amb el distribuïdor 3, i aquest amb el despatx i l'aula de psicomotricitat. En la primera planta hi ha una terrassa de 2



m<sup>2</sup> annexada amb el replà. Totes les estàncies disposen de ventilació a l'exterior exceptuant el bany 2. La superfície habitable, la suma de tots els espais és de 108,06 m<sup>2</sup>

Les distribucions es poden veure als plànols nº3 i nº4.

L'alçada de cada planta és de 2,6 metres.

La façana principal de l'edifici on hi ha l'entrada té orientació S-O. Les imatges de les façanes amb l'orientació s'observen a la Figura 1.7, Figura 1.8 i Figura 1.9.



Figura 1.7. Façana principal amb orientació SO



Figura 1.8. Façana amb orientació SE.



Figura 1.9. Façana amb orientació NO

La coberta és a dos aigües, on va a parar la xemeneia de la cuina i té una inclinació de 20° en ambdós costats respecte a l'horitzontal recolzada sobre totxos buits. Està formada a base de teula àrab.

El forjat entre les plantes està compost per una capa de morter i bovedilla ceràmica.

Les particions de les diferents estàncies són de maons d'envà amb un enguixat superficial i posteriorment s'han pintat.

Les parets exteriors estan composades de maó caravista on en parts de la façana hi esquerdejat de ciment beix com es pot observar en les imatges.





### 1.8.3. Característiques dimensionals de l'edifici

En la Taula 1.1 i la Taula 1.2 es pot apreciar la distribució dels espais en funció de cada planta, determinant de cada un la superfície, el volum i el ús que se li dona normalment.

PLANTA BAIXA			
Espai	Superfície (m <sup>2</sup> )	Volum (m <sup>3</sup> )	Ús
Aula 1	40,82	106,13	Classes
Aula 2	40,85	106,2	Classes
Cuina	6,41	16,66	Servei de cuina
Distribuïdor 1	9	23,4	Zona de pas. Entrada edifici.
Tram escala	6,62	7,7	Zona de pas
Sota escala	3,66	9,52	Magatzem i zona dipòsit ACS.
Bany 1	6,31	16,4	Servei de lavabo i vàters.
Magatzem	6,67	17,34	Magatzem

Taula 1.1. Característiques dimensionals de la planta baixa.

PRIMERA PLANTA			
Espai	Superfície (m <sup>2</sup> )	Volum (m <sup>3</sup> )	Ús
Aula informàtica	14,61	37,98	Classes amb ordenadors.
Aula 3	13,45	34,97	Classes
Sala de material 2	7,74	20,12	Actua de magatzem
Sala de material	6,52	16,95	Actua de magatzem
Bany 2	2,97	7,72	Servei de lavabo i vàters.
Distribuïdor 2	4,59	11,93	Zona de pas
Distribuïdor 3	6,28	16,33	Zona de pas
Aula psicomotricitat	33,81	87,91	Aula d'activitats
Escala i replà	7,57	19,68	Zona de pas
Despatx	10,52	27,35	Despatx i sala de juntes

Taula 1.2. Característiques dimensionals de la primera planta.

### 1.8.4. Característiques del sistema actual de calefacció

Aquest apartat té com a finalitat fer una descripció del sistema de l'instal·lació de calefacció i ACS actual.

El sistema de calefacció que actualment hi ha en l'edificació és mitjançant acumuladors elèctrics i emissors elèctrics directes. En la planta baixa el sistema incorporat és d'equips acumuladors elèctrics que tenen la finalitat d'acumular electricitat durant les hores de tarifa nocturna (de les 22:00 h a les 12:00 h, veure Figura 1.10), on surt econòmicament millor, per a descarregar-la durant el dia sense necessitat de consumir al màxim.



Figura 1.10. Discriminacions horàries en hivern i estiu.

Aquest sistema proporciona una relació entre el preu i la eficiència millor que els radiadors, però els acumuladors són vells i no aporten suficient càrrega tèrmica per garantir una temperatura de confort i per aquesta raó hi ha necessitat de complementar el sistema amb un radiador elèctric mòbil.

Actualment hi ha instal·lats 4 equips acumuladors en la planta baixa, dos a l'Aula 1 i dos a l'Aula 2. Veure en plànol nº7.

Tipus d'equip acumulador:



Figura 1.11. Fotografia de l'acumulador elèctric de l'Aula 1.

Característiques	
Model	AEG WSP 307
Potència:	3000 W
Temps de càrrega	8 hores
Tensió Nominal	3/N/PE ~ 400V 50Hz
Escalfament addicional	1/N/PE ~ 230 V

Taula 1.3. Característiques dels acumuladors elèctrics.



La Figura 1.11 mostra un dels acumuladors de l'Aula 1, s'ha omès el incorporar-los tots al ser idèntics que aquest primer. S'han incorporat diferents característiques de l'equip segons es mostra a la Taula 1.3.

El radiador elèctric mòbil d'infrarojos normalment es posiciona al distribuïdor 1, a l'entrada de l'edifici al haver una mancança d'emissors calefactores en aquesta zona, però al ser mòbil es pot col·locar en qualsevol estància on es necessiti sempre i quan hi hagi un endoll.

Les característiques es mostren a la següent taula:

Característiques:	
Model	Ufesa 440
Tensió	220 V
Potència	1800 W

Taula 1.4. Característiques del radiador d'infrarojos.

En la primera planta hi ha un sistema diferent instal·lat, que consta de radiadors elèctrics que escalfen les estàncies directament per efecte Joule. Encara que els radiadors instal·lats són més nous en comparació amb els acumuladors, és un sistema poc aconsellable al estar permanentment connectats i consumint energia elèctrica durant la tarifa de les hores punta.

Hi han instal·lats 5 tipus de radiadors diferents, on la marca i sèrie és la mateixa però canvien el nombre d'elements i per tant la potència de l'emissor. En la Taula 1.5 es mostren els diferents radiadors amb les característiques dimensionals i de potència.

Els emissors són ECOTERMI de la sèrie EPS amb unitat de comandament CA (Caixetí de comandament adaptable amb control analògic de temperatura i funcions).

Radiador	Nombre elements	Potències absorbides a 230V	Ample (mm)
1	5	600 W	552
2	7	850 W	712
3	9	1050 W	872
4	11	1300 W	1032
5	13	1550 W	1192

Taula 1.5. Característiques dels diferents radiadors elèctrics.

No s'han incorporat les altres dimensions ja que són iguals per tots els emissors de la sèrie (600 mm d'alt i 95 mm de profunditat).

La distribució dels emissors en les zones de la primera planta és la següent: En l'estància distribuïdor 2 es disposa d'un radiador tipus 1, en el distribuïdor 3 hi ha un emissor tipus 2, en l'aula d'informàtica hi han 2 emissors tipus 2, en el despatx un radiador tipus 3, a l'aula de psicomotricitat estan instal·lats dos radiadors, un tipus 3 i un tipus 4 i finalitzant a l'aula tres hi ha un tipus 5. Per observar com estan exactament posicionats veure plànol nº7 i nº8.



A continuació es mostren les imatges dels emissors:



Figura 1.12. Radiador elèctric tipus 1 de 5 elements ubicat al distribuïdor 2.



Figura 1.13. Radiador elèctric tipus 2 de 7 elements ubicat al distribuïdor 3.



Figura 1.14. Radiador elèctric tipus 3 de 9 elements ubicat al despatx.



Figura 1.15. Radiador elèctric tipus 5 de 13 elements ubicat a l'aula 3.

En el cas de l'ACS es disposa d'un dipòsit d'acumulació elèctric de 50 litres per suportar la demanda dels 18 alumnes i 3 professors que hi ha al centre. Aquest dipòsit està ubicat a la zona de sota l'escala (golfes) i garanteix aigua calenta sanitària en les 5 aixetes que hi han a l'edifici. Aquestes aixetes estan dividides en: 2 al bany 1 en la planta baixa, 1 a la cuina, 1 a la sala de material i 1 al bany de la primera planta. A part hi ha una banyera en aquest bany però no s'utilitza mai, així que no es contarà pel càlcul.

Les característiques del dipòsit es mostren a la Taula 1.6 i la imatge a la Figura 1.16.

Característiques	
Model	MV 50 tipus A5
Capacitat	50 Litres
Potència	1200 W
Tensió de treball	230 V - 50 Hz
Pressió de treball	0,8 MPa (8 Bar)

Taula 1.6. Característiques del dipòsit d'acumulació d'ACS.



Figura 1.16. Dipòsit de 50 L per l'acumulació d'ACS.



#### 1.8.4.1. Resum de potències de l'instal·lació

	Situació	Tipus	Unitats	Potència (W)	Total (W)
PLANTA BAIXA	Aula 1	ACUMULADORS ELÈCTRICS	2	3000	6000
	Aula 2	ACUMULADORS ELÈCTRICS	2	3000	6000
	Distribuïdor 1	RADIADOR INFRARROJOS	1	1800	1800
	Sota escala	ESCALFADOR ACS	1	1200	1200
PRIMERA PLANTA	Aula Psicomotricitat	RADIADORS ELÈCTRICS	1	1300	1300
			1	1050	1050
	Despatx	RADIADORS ELÈCTRICS	1	1050	1050
	Aula 3	RADIADORS ELÈCTRICS	1	1550	1550
	Aula informàtica	RADIADORS ELÈCTRICS	2	850	1700
	Distribuïdor 2	RADIADORS ELÈCTRICS	1	600	600
	Distribuïdor 3	RADIADORS ELÈCTRICS	1	850	850

Taula 1.7. Taula de potències dels emissors de calor i dipòsit d'ACS.

Tipus d'emissors	Acumuladors elèctrics	Radiadors d'oli	Radiador d'infrarojos	TOTAL
Unitats	4	8	1	13

Taula 1.8. Resum dels emissors de calor de l'instal·lació.

La Taula 1.7 indica la potència de cada element de l'instal·lació de calefacció i ACS, on estan instal·lats i les unitats que hi ha en cada local. No és tota la potència consumida a l'edifici ja que a la cuina hi ha frigorífic, microones, rentaplats.. a part del consum de llum en cada aula. Però l'objecte d'aquest projecte és avaluar solament el sistema de calefacció i ACS, per aquest motiu la taula de potències queda d'aquesta manera. En la Taula 1.8 es fa un resum del nombre d'emissors que es disposen i del tipus que són.



#### 1.8.4.2. Resum de costos d'electricitat de l'instal·lació

Serveis/conceptes	Període	Unitat/base	Preu/percentatge	Import (€)
<b>Electricitat i Serveis</b>				
Terme fix de potència	05/01/2011 a 03/02/2011	1 mes	1,386364 €/kW	6,1
Energia Activa Punta	05/01/2011 a 03/02/2011	3079 kWh	0,139717 €/kWh	430,19
Energia Activa Vall	05/01/2011 a 03/02/2011	2671 kWh	0,06074 €/kWh	162,24
Lloguer d'equips de mesura T4 i T5	05/01/2011 a 03/02/2011			3,85
Impost elèctric		629,13 €	4,86%	30,60
IVA		632,98 €	21%	132,93
<b>TOTAL</b>				<b>765,91</b>

Serveis/conceptes	Període	Unitat/base	Preu/percentatge	Import (€)
<b>Electricitat i Serveis</b>				
Terme fix de potència	03/02/2011 a 03/03/2011	1 mes	1,386364 €/kW	6,1
Energia Activa Punta	03/02/2011 a 03/03/2011	1338 kWh	0,139717 €/kWh	186,94
Energia Activa Vall	03/02/2011 a 03/03/2011	3063 kWh	0,06074 €/kWh	186,05
Lloguer d'equips de mesura T4 i T5	03/02/2011 a 03/03/2011			3,72
Impost elèctric		398,47 €	4,86%	19,38
IVA		402,19 €	21%	84,46
<b>TOTAL</b>				<b>486,65</b>



A partir de les factures facilitades s'ha pogut fer una estimació de el consum elèctric anual de l'edifici. Considerant que en els mesos de Juliol i Agost el consum és pràcticament nul (ja que no és horari lectiu), i el consum en els mesos d'hivern és superior a causa de la calefacció, s'ha estimat un consum de uns 40000 kWh anuals.

Per suposat, tot el consum no és en termes de calefacció i ACS, sinó que part de l'electricitat consumida és per la il·luminació, aparells elèctrics o altres accessoris com electrodomèstics.

S'estima que entre el sistema de radiadors i acumuladors i el dipòsit d'ACS, es consumeix un 50% de l'electricitat de l'edifici, és a dir, 20000 kWh anuals.

### 1.8.5. Descripció dels tancaments i particions interiors

Un tancament és un element que separa un local del exterior, en aquest apartat s'estudiaran i calcularan els coeficients de transmissió tèrmica (transmitància) per al posterior càlcul de les càrregues tèrmiques de l'edifici.

Com s'observa a les imatges de les façanes de l'edifici, es pot apreciar una part de la façana que es veu maó a cara vista i un altra part de la façana que es veu l'arrebossat del guix. Aquestes dos s'estudiaran per separat.

El càlcul de la transmitància total s'ha dut a terme mitjançant una fulla de càlcul proporcionada per URSA uralita, d'on també s'han obtingut les conductivitats de cada capa en la composició dels diferents tancaments.

En les següents taules es desglossa cada tancament en les capes en que està constituït, ordenant-se de capes més exteriors fins les interiors de l'edifici. Es determina l'espessor de cada capa i la conductivitat de cada capa.

Mur exterior 1			
Composició	Espessor (m)	Conductivitat (W/m²C)	Transmitància tèrmica (W/m²C)
Arrebossat de guix	0,015	0,3	1,13
Maó buit	0,3	0,49	
Enlluït de guix	0,015	0,3	
TOTAL	0,33		

Taula 1.9. Descripció i característiques del mur exterior 1.





Mur exterior 2 (Cara vista)			
Composició	Espessor (m)	Conductivitat (W/m°C)	Transmitància tèrmica (W/m²°C)
Maó massís	0,15	0,87	0,99
Maó buit	0,3	0,49	
Enlluït de guix	0,015	0,3	
TOTAL	0,465		

Taula 1.10. Descripció i característiques del mur exterior 2.

Envà 1			
Composició	Espessor (m)	Conductivitat (W/m°C)	Transmitància tèrmica (W/m²°C)
Enlluït de guix	0,01	0,3	2,78
Maó ceràmic	0,06	0,49	
Enlluït de guix	0,01	0,3	
TOTAL	0,08		

Taula 1.11. Descripció i característiques de l'envà 1.

Envà 2			
Composició	Espessor (m)	Conductivitat (W/m°C)	Transmitància tèrmica (W/m²°C)
Enlluït de guix	0,015	0,3	2,20
Maó ceràmic	0,09	0,49	
Enlluït de guix	0,015	0,3	
TOTAL	0,12		

Taula 1.12. Descripció i característiques de l'envà 2.



Coberta			
Composició	Espessor (m)	Conductivitat (W/m²C)	Transmitància tèrmica (W/m²C)
Teula de ceràmica	0,05	0,9	1,81
Morter	0,02	0,85	
Maó perforat	0,04	0,76	
Bovedilla formigó	0,24	1,04	
Enlluït de guix	0,015	0,3	
TOTAL	0,365		

Taula 1.13. Descripció i característiques de la coberta.

Sòl al terreny			
Composició	Espessor (m)	Conductivitat (W/m²C)	Transmitància tèrmica (W/m²C)
Rajola ceràmica	0,01	1,3	1,33
Morter	0,05	0,85	
Llosa de formigó	0,4	0,9	
TOTAL	0,46		

Taula 1.14. Descripció i característiques del sòl al terreny.

Forjat entre plantes			
Composició	Espessor (m)	Conductivitat (W/m²C)	Transmitància tèrmica (W/m²C)
Rajola ceràmica	0,01	1,3	1,67
Morter	0,02	0,85	
Bovadilla ceràmica 20cm + 4 cm	0,24	1,04	
TOTAL	0,27		

Taula 1.15. Descripció i característiques del forjat entre plantes.



### 1.8.5.1. Resum d'obertures

Solament es consideren les obertures que tenen importància a l'hora de realitzar el càlcul, ja que per una obertura entre dos locals a la mateixa temperatura no hi haurà transferència de calor. En el cas dels tancaments interiors no s'especifica orientació.

	Local	Obertura	Dimensions (m)*	Nº obertures iguals	Orientació
PLANTA BAIXA	Aula 1	Finestra	1,76 x 1,16	5	SO
		Finestra	0,5 x 1,16	5	NE
	Aula 2	Finestra	1,76 x 1,16	5	SO
		Finestra	0,5 x 1,16	5	NE
	Cuina	Finestra	0,5 x 1,16	1	NE
		Porta	2,10 x 0,75	1	-
	Distribuïdor 1	Porta exterior	2,10 x 2,04	1	SO
	Sota escala	Porta	2,10 x 0,75	1	-
	Bany 1	Finestra	0,5 x 1,16	1	NE
		Porta	2,10 x 0,75	1	-
PRIMERA PLANTA	Aula informàtica	Finestra	1,28 x 0,61	2	NE
		Finestra	1,28 x 0,61	2	SO
	Aula 3	Finestra	1,28 x 0,61	3	SO
	Sala de material 2	Finestra	1,28 x 0,61	2	NE
		Porta	2,10 x 0,75	1	-
	Sala de material	Finestra	1,28 x 0,61	1	NE
		Finestra	1,28 x 0,77	1	NE
		Porta	2,10 x 0,75	1	-
	Bany 2	Porta	2 x 0,75	1	-
	Distribuïdor 2	Porta	2,15 x 0,85	1	-
	Distribuïdor 3	Finestra	1,28 x 0,61	1	SO
		Porta	2,15 x 0,85	1	-
	Aula Psicomotricitat	Finestra	1,28 x 0,61	4	SO
		Finestra	1,28 x 0,61	4	NE
	Replà	Porta corredissa	2,20 x 2	1	SO
	Despatx	Finestra	1,28 x 0,61	1	NE
		Finestra	1,28 x 0,77	1	NE

Taula 1.16. Resum de les obertures de l'edifici classificades per locals.

\*Les dimensions tal i com es mostren a la taula es donen en metres, el primer valor és l'altura i el segon l'amplada del tancament.



#### **1.8.5.2. Descripció de les obertures**

En aquest apartat es descriuen individualment i detalladament cada una de les obertures de l'edifici significatives pel càlcul. Si en algun local hi han diferents tipus de obertures, se les diferencia en funció de l'orientació. En el cas de que estiguin disposades en la mateixa orientació, com és el cas dels locals Sala de material 1 i Despatx, aquestes obertures es classificaran en Tipus 1 i Tipus 2, on:

Dimensions finestra Tipus 1(m): 1,28x0,61

Dimensions finestra Tipus 2(m): 1,28x0,77



**ELEMENT** FINESTRA CORREDISSA AULA 1 ORIENTACIÓ SUD-OEST

Capes vidre	Espessor	Transmitància
Capa vidre transparent	4 mm	3 W/m <sup>2</sup> °C
Càmera d'aire	9 mm	
Capa vidre transparent	4 mm	

Fusteria	Metà·lica color gris	5,7 W/m <sup>2</sup> °C
Transmitància total	3,27 W/m <sup>2</sup> °C	
Superfície envidriada	90%	
Superfície total finestra	2,04 m <sup>2</sup>	
Elements addicionals	Persiana exterior clara	
Orientació	SO	
Planta	Baixa	

Taula 1.17. Descripció i característiques de la finestra corredissa de l'Aula 1 orientació S-O.



Figura 1.17. Finestra corredissa de l'Aula 1 orientació S-O.



ELEMENT	FINESTRA CORREDISSA AULA 1 ORIENTACIÓ NORD-EST
---------	--

Capes vidre	Espessor	Transmitància
Capa vidre transparent	4 mm	3 W/m <sup>2</sup> °C
Càmera d'aire	9 mm	
Capa vidre transparent	4 mm	

Fusteria	Metàl·lica color gris	5,7 W/m <sup>2</sup> °C
Transmitància total	3,48 W/m <sup>2</sup> °C	
Superfície envidriada	80%	
Superfície total finestra	0,58 m <sup>2</sup>	
Elements addicionals	Persiana exterior clara	
Orientació	NE	
Planta	Baixa	

Taula 1.18. Descripció i característiques de la finestra corredissa de l'Aula 1 orientació N-E.



Figura 1.18. finestra corredissa de l'Aula 1 orientació N-E.



<b>ELEMENT</b>	<b>FINESTRA CORREDISSA CUINA</b>
----------------	----------------------------------

Capes vidre	Espessor	Transmitància
Capa vidre transparent	4 mm	3 W/m <sup>2</sup> °C
Càmera d'aire	9 mm	
Capa vidre transparent	4 mm	

<b>Fusteria</b>	Metà·lica color gris	5,7 W/m <sup>2</sup> °C
<b>Transmitància total</b>	<b>3,48 W/m<sup>2</sup>°C</b>	
<b>Superfície envidriada</b>	80%	
<b>Superfície total finestra</b>	0,58 m <sup>2</sup>	
<b>Elements addicionals</b>	Persiana exterior clara	
<b>Orientació</b>	NE	
<b>Planta</b>	Baixa	

Taula 1.19. Descripció i característiques de la finestra corredissa de la Cuina.



Figura 1.19. Finestra corredissa de la Cuina.



**ELEMENT**

**FINESTRA CORREDISSA BANY 1**

Capas vidre	Espessor	Transmitància
Capa vidre transparent	4 mm	3 W/m <sup>2</sup> °C
Càmera d'aire	9 mm	
Capa vidre transparent	4 mm	

<b>Fusteria</b>	Metàl·lica color gris	5,7 W/m <sup>2</sup> °C
<b>Transmitància total</b>	<b>3,48 W/m<sup>2</sup>°C</b>	
<b>Superfície envidriada</b>	80%	
<b>Superfície total finestra</b>	0,58 m <sup>2</sup>	
<b>Elements addicionals</b>	Persiana exterior clara	
<b>Orientació</b>	NE	
<b>Planta</b>	Baixa	

Taula 1.20. Descripció i característiques de la finestra corredissa del Bany 1.



Figura 1.20. Finestra corredissa del Bany 1.





**ELEMENT** FINESTRA CORREDISSA AULA 2 ORIENTACIÓ SUD-OEST

Capacitat vidre	Espeçsor	Transmitància
Capa vidre transparent	4 mm	3 W/m <sup>2</sup> °C
Càmera d'aire	9 mm	
Capa vidre transparent	4 mm	

Fusteria	Metàl·lica color gris	5,7 W/m <sup>2</sup> °C
Transmitància total	3,27 W/m <sup>2</sup> °C	
Superfície envidriada	90%	
Superfície total finestra	2,04 m <sup>2</sup>	
Elements addicionals	Persiana exterior clara	
Orientació	SO	
Planta	Baixa	

Taula 1.21. Descripció i característiques de la finestra corredissa de l'Aula 2 orientació S-O.



Figura 1.21. Finestra corredissa de l'Aula 2 orientació S-O.



**ELEMENT** FINESTRA CORREDISSA AULA 2 ORIENTACIÓ NORD-EST

Capes vidre	Espessor	Transmitància
Capa vidre transparent	4 mm	3 W/m <sup>2</sup> °C
Càmera d'aire	9 mm	
Capa vidre transparent	4 mm	

Fusteria	Metà·lica color gris	5,7 W/m <sup>2</sup> °C
Transmitància total	3,48 W/m <sup>2</sup> °C	
Superfície envidriada	80%	
Superfície total finestra	0,58 m <sup>2</sup>	
Elements addicionals	Persiana exterior clara	
Orientació	NE	
Planta	Baixa	

Taula 1.22. Descripció i característiques de la finestra corredissa de l'Aula 2 orientació N-E.



Figura 1.22. Finestra corredissa de l'Aula 2 orientació N-E.



**ELEMENT**

**FINESTRA AULA INFORMÀTICA**

Capes vidre	Espessor	Transmitància
Capa vidre transparent	4 mm	3 W/m <sup>2</sup> °C
Càmera d'aire	9 mm	
Capa vidre transparent	4 mm	

Fusteria	Metàl·lica color gris	4 W/m <sup>2</sup> °C
Transmitància total	3,3 W/m <sup>2</sup> °C	
Superfície envidriada	70%	
Superfície total finestra	0,781 m <sup>2</sup>	
Elements addicionals	Persiana exterior clara	
Orientació	NE, SO	
Planta	Primera	

Taula 1.23. Descripció i característiques de la finestra de l'Aula d'informàtica.



Figura 1.23. Finestra de l'Aula d'informàtica.



**ELEMENT**

**FINESTRA AULA 3**

Capes vidre	Espessor	Transmitància
Capa vidre transparent	4 mm	3 W/m <sup>2</sup> °C
Càmera d'aire	9 mm	
Capa vidre transparent	4 mm	

Fusteria	Metàl·lica color gris	4 W/m <sup>2</sup> °C
Transmitància total	3,3 W/m <sup>2</sup> °C	
Superfície envidriada	70%	
Superfície total finestra	0,781 m <sup>2</sup>	
Elements addicionals	Persiana exterior clara	
Orientació	SO	
Planta	Primera	

Taula 1.24. Descripció i característiques de la finestra de l'Aula 3.



Figura 1.24. Finestra de l'Aula 3.



**ELEMENT**

**FINESTRA DISTRIBUÏDOR 3**

Capes vidre	Espessor	Transmitància
Capa vidre transparent	4 mm	3 W/m <sup>2</sup> °C
Càmera d'aire	9 mm	
Capa vidre transparent	4 mm	

Fusteria	Metàl·lica color gris	4 W/m <sup>2</sup> °C
Transmitància total	3,3 W/m <sup>2</sup> °C	
Superfície envidriada	70%	
Superfície total finestra	0,781 m <sup>2</sup>	
Elements addicionals	Persiana exterior clara	
Orientació	SO	
Planta	Primera	

Taula 1.25. Descripció i característiques de la finestra del Distribuïdor 3.



Figura 1.25. Finestra del Distribuïdor 3.



**ELEMENT** FINESTRA TIPUS 1 SALA DE MATERIAL 1

Capes vidre	Espessor	Transmitància
Capa vidre transparent	4 mm	3 W/m <sup>2</sup> °C
Càmera d'aire	9 mm	
Capa vidre transparent	4 mm	

Fusteria	Metàl·lica color gris	4 W/m <sup>2</sup> °C
Transmitància total	3,3 W/m <sup>2</sup> °C	
Superfície envidriada	70%	
Superfície total finestra	0,781 m <sup>2</sup>	
Elements addicionals	Persiana exterior clara	
Orientació	NE	
Planta	Primera	

Taula 1.26. Descripció i característiques de la finestra tipus 1 de la Sala de material 1.



Figura 1.26. Finestra tipus 1 de la Sala de material 1.



**ELEMENT**

**FINESTRA TIPUS 2 SALA DE MATERIAL 1**

Capes vidre	Espessor	Transmitància
Capa vidre transparent	4 mm	3 W/m <sup>2</sup> °C
Càmera d'aire	9 mm	
Capa vidre transparent	4 mm	

Fusteria	Metàl·lica color gris	4 W/m <sup>2</sup> °C
Transmitància total	<b>3,3 W/m<sup>2</sup>°C</b>	
Superfície envidriada	70%	
Superfície total finestra	0,98 m <sup>2</sup>	
Elements addicionals	Persiana exterior clara	
Orientació	NE	
Planta	Primera	

Taula 1.27. Descripció i característiques de la finestra tipus 2 de la Sala de material 1.



Figura 1.27. Finestra tipus 2 de la Sala de material 1.



**ELEMENT**

**FINESTRA SALA DE MATERIAL 2**

Capes vidre	Espessor	Transmitància
Capa vidre transparent	4 mm	3 W/m <sup>2</sup> °C
Càmera d'aire	9 mm	
Capa vidre transparent	4 mm	

Fusteria	Metàl·lica color gris	4 W/m <sup>2</sup> °C
Transmitància total	3,3 W/m <sup>2</sup> °C	
Superfície envidriada	70%	
Superfície total finestra	0,781 m <sup>2</sup>	
Elements addicionals	Persiana exterior clara	
Orientació	NE	
Planta	Primera	

Taula 1.28. Descripció i característiques de la finestra de la Sala de material 2.



Figura 1.28. Finestra de la Sala de material 2.





**ELEMENT**

**FINESTRA TIPUS 1 DESPATX**

Capes vidre	Espessor	Transmitància
Capa vidre transparent	4 mm	3 W/m <sup>2</sup> °C
Càmera d'aire	9 mm	
Capa vidre transparent	4 mm	

Fusteria	Metàl·lica color gris	4 W/m <sup>2</sup> °C
Transmitància total	<b>3,3 W/m<sup>2</sup>°C</b>	
Superfície envidriada	70%	
Superfície total finestra	0,781 m <sup>2</sup>	
Elements addicionals	Persiana exterior clara	
Orientació	NE	
Planta	Primera	

Taula 1.29. Descripció i característiques de la finestra tipus 1 del Despatx.



Figura 1.29. Finestra tipus 1 del Despatx.



**ELEMENT**

**FINESTRA TIPUS 2 DESPATX**

Capes vidre	Espessor	Transmitància
Capa vidre transparent	4 mm	3 W/m <sup>2</sup> °C
Càmera d'aire	9 mm	
Capa vidre transparent	4 mm	

Fusteria	Metàl·lica color gris	4 W/m <sup>2</sup> °C
Transmitància total	<b>3,3 W/m<sup>2</sup>°C</b>	
Superfície envidriada	70%	
Superfície total finestra	0,98 m <sup>2</sup>	
Elements addicionals	Persiana exterior clara	
Orientació	NE	
Planta	Primera	

Taula 1.30. Descripció i característiques de la finestra tipus 2 del Despatx.



Figura 1.30. Finestra tipus 2 del Despatx.



**ELEMENT** FINESTRA AULA PSICOMOTRICITAT NORD-EST

Capes vidre	Espessor	Transmitància
Capa vidre transparent	4 mm	3 W/m <sup>2</sup> °C
Càmera d'aire	9 mm	
Capa vidre transparent	4 mm	

Fusteria	Metàl·lica color gris	4 W/m <sup>2</sup> °C
Transmitància total	3,3 W/m <sup>2</sup> °C	
Superfície envidriada	70%	
Superfície total finestra	0,781 m <sup>2</sup>	
Elements addicionals	Persiana exterior clara	
Orientació	NE	
Planta	Primera	

Taula 1.31. Descripció i característiques de la finestra N-E de l'Aula de psicomotricitat.



Figura 1.31. Finestra N-E de l'Aula de psicomotricitat.



**ELEMENT** FINESTRA AULA PSICOMOTRICITAT SUD-OEST

Capes vidre	Espessor	Transmitància
Capa vidre transparent	4 mm	3 W/m <sup>2</sup> °C
Càmera d'aire	9 mm	
Capa vidre transparent	4 mm	

Fusteria	Metàl·lica color gris	4 W/m <sup>2</sup> °C
Transmitància total	3,3 W/m <sup>2</sup> °C	
Superfície envidriada	70%	
Superfície total finestra	0,781 m <sup>2</sup>	
Elements addicionals	Persiana exterior clara	
Orientació	SO	
Planta	Primera	

Taula 1.32. Descripció i característiques de la finestra S-O de l'Aula de psicomotricitat.



Figura 1.32. Finestra S-O de l'Aula de psicomotricitat.



**ELEMENT**

**PORTA CORREDISSA BALCÓ**

Capes vidre	Espessor	Transmitància
Capa vidre transparent	4 mm	3 W/m <sup>2</sup> °C
Càmera d'aire	9 mm	
Capa vidre transparent	4 mm	

Fusteria	Metàl·lica color gris	5,7 W/m <sup>2</sup> °C
Transmitància total	3,22 W/m <sup>2</sup> °C	
Superfície envidriada	92%	
Superfície total porta	4,4 m <sup>2</sup>	
Elements addicionals	Persiana exterior clara	
Orientació	SO	
Planta	Primera	

Taula 1.33. Descripció i característiques de la porta corredissa del balcó.



Figura 1.33. Porta corredissa del balcó.



**ELEMENT**

**PORTA EXTERIOR ESCOLA**

<b>Fusteria</b>	Fusta d'alta densitat, color clar	2,2 W/m <sup>2</sup> °C
<b>Vidre</b>	Simple de 8mm d'espessor	5,6 W/m <sup>2</sup> °C
<b>Transmitància total</b>	<b>3,2 W/m<sup>2</sup>°C</b>	
<b>Superfície envidriada</b>	30%	
<b>Superfície total porta</b>	4,28 m <sup>2</sup>	
<b>Elements addicionals</b>	-	
<b>Orientació</b>	SO	
<b>Planta</b>	Baixa	

Taula 1.34. Descripció i característiques de la porta exterior de l'edifici.



Figura 1.34. Porta exterior de l'edifici.



ELEMENT PORTA INTERIOR		
Fusteria	Fusta d'alta densitat, color clar	4 W/m <sup>2</sup> °C
Transmitància total	4 W/m <sup>2</sup> °C	
Superfície envidriada	0%	
Superfície total finestra	1,58 m <sup>2</sup>	
Elements addicionals	-	
Orientació	-	
Planta	Baixa i primera	

Taula 1.35. Descripció i característiques de les portes interiors estàndards de l'edifici.

Aquest tipus de porta és la estàndard en les particions interiors entre locals de l'edifici exceptuant la partició del replà de la primera planta amb el distribuïdor 2 i la partició del replà amb el distribuïdor 3.



Figura 1.35. Porta estàndard (Aula psicomotricitat).



**ELEMENT**

**PORTA INTERIOR DISTRIBUÏDOR 2 i 3**

<b>Fusteria</b>	Fusta d'alta densitat, color fosc	2 W/m <sup>2</sup> °C
<b>Transmitància total</b>	<b>2 W/m<sup>2</sup>°C</b>	
<b>Superfície envidriada</b>	0%	
<b>Superfície total finestra</b>	1,83 m <sup>2</sup>	
<b>Elements addicionals</b>	-	
<b>Orientació</b>	-	
<b>Planta</b>	Primera	

Taula 1.36. Descripció i característiques de les portes interiors del distribuïdor 2 i distribuïdor 3.



Figura 1.36. Porta distribuïdor 3.





### 1.8.6. Transmissió màxima

El Document Bàsic HE1 del CTE limita el valor de les transmissió de certs tancaments i particions interiors d'un edifici en funció de la zona climàtica on estigui. Com s'ha justificat ja, la localitat de Torrebesses es troba en la zona climàtica D3, per aquest motiu s'han seleccionat els valors per aquesta zona en la Taula 1.37.

<i>Cerramientos y particiones interiores</i>	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Muros de fachada, <i>particiones interiores</i> en contacto con espacios no habitables, primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno <sup>(1)</sup> y primer metro de muros en contacto con el terreno	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
Suelos	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62
Cubiertas	0,65	0,59	0,53	0,49	0,46
Vidrios y marcos <sup>(2)</sup>	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10
Medianerías	1,22	1,07	1,00	1,00	1,00

<sup>(1)</sup> Se incluyen las losas o soleras enterradas a una profundidad no mayor de 0,5 m

<sup>(2)</sup> Las transmissió térmica de vidrios y marcos se compararán por separado.

**Taula 1.37. Transmissió tèrmica màxima de tancaments i particions interiors, en  $W/m^2\text{°C}$ .**

La següent taula mostra els tancaments i obertures de l'edifici que no compleixen amb el CTE:

Tancament	Transmissió ( $W/m^2\text{°C}$ )	Transmissió màxima permesa ( $W/m^2\text{°C}$ )
Mur exterior 1	1,13	0,86
Mur exterior 2	0,99	
Coberta	1,81	0,49
Sòl al terreny	1,33	0,64
Forjat entre plantes	1,67	

**Taula 1.38. Tancaments que no compleixen amb la normativa CTE.**

No trobem cap obertura que compleixi la normativa vigent per valors màxims de transmissió del CTE però sí en tancaments. Totes les superfícies de tancament no compleixen al tractar-se d'un edifici d'antiga construcció.

No es proposaran mesures aplicables per al compliment de la normativa, ja que al ser estructurals s'hauria de fer una reforma de l'edifici.



### 1.8.7. Càrregues tèrmiques de la vivenda

En la Taula 1.39 es representen les càrregues tèrmiques de l'edifici calculades en l'Annex. Es divideixen entre càrregues per transmissió (amb els suplements incorporats), per infiltració i les totals. Aquestes càrregues tèrmiques són de calefacció, és a dir les pèrdues d'energia durant l'hivern, ja que la climatització a l'estiu està exclosa d'aquest projecte.

Local	Transmissió (W)	Infiltració (W)	Total (W)
Aula 1	4515,24	939,68	5454,92
Aula 2	4204,24	940,37	5144,61
Distribuïdor 1	1648,13	207,18	1855,31
Aula informàtica	1988,82	336,32	2325,14
Aula 3	1475,91	309,62	1785,53
Distribuïdor 2	721,87	105,66	827,53
Distribuïdor 3	650,60	144,57	795,17
Despatx	1262,09	242,17	1504,26
Aula Psicomotricitat	3125,60	778,31	3903,91
<b>TOTAL</b>	<b>19592,50</b>	<b>4003,88</b>	<b>23596,38</b>

Taula 1.39. Càrregues tèrmiques de cada local.

### 1.8.8. Demanda de ACS

En la Taula 1.40 es mostren les necessitats d'ACS en MJ en cada mes de l'any. Els càlculs s'han realitzat en l'apartat 2.3.2.2 l'Annex 3.

Mes	Demanda (MJ/mes)
Gener	770,29
Febrer	669,49
Març	726,69
Abril	675,12
Maig	654,02
Juny	604,79
Juliol	0
Agost	0
Setembre	604,79
Octubre	668,55
Novembre	703,25
Desembre	770,29
<b>TOTAL</b>	<b>6847,29</b>

Taula 1.40. Necessitats tèrmiques de l'ACS.

Durant els mesos de Juliol i Agost l'escola romandrà tancada, per aquest motiu no s'ha calculat la demanda d'ACS en aquests mesos.



## 1.9. Anàlisis de solucions

### 1.9.1. Sistemes de calefacció

#### 1.9.1.1. Introducció

Les instal·lacions de calefacció són aquelles instal·lacions tèrmiques destinades a mantenir la temperatura ambient d'un determinat recinte a un nivell superior del que es troba l'entorn d'aquest. L'esquema general d'aquest tipus d'instal·lacions està integrat en tres grans blocs o subsistemes: Producció de calor, Distribució y emissió de calor (Figura 1.37). En algun cas el subsistema de distribució podria no existir.

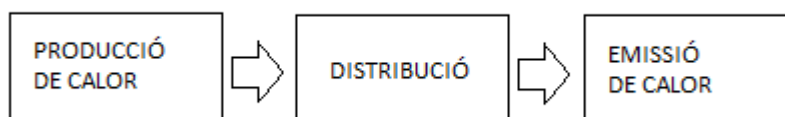


Figura 1.37. Esquema d'un sistema de calefacció.

És evident que l'instal·lació de calefacció serà en principi diferent segons el tipus i la mida del local a calefatar i de la mateixa manera també dependrà de la climatologia del lloc, segons les condicions exteriors.

Com es pot observar a la Figura 1.38, s'ha de realitzar una aportació d'energia exterior al subsistema de producció de calor, energia que en part es transferida al subsistema de distribució i en part és perduda a l'ambient exterior. De l'energia transferida al subsistema de distribució, una part arriba al subsistema d'emissió de calor produint l'aportació de calor dels emissors als locals, i l'altra part es perd en la distribució, transferint-se a l'ambient exterior.

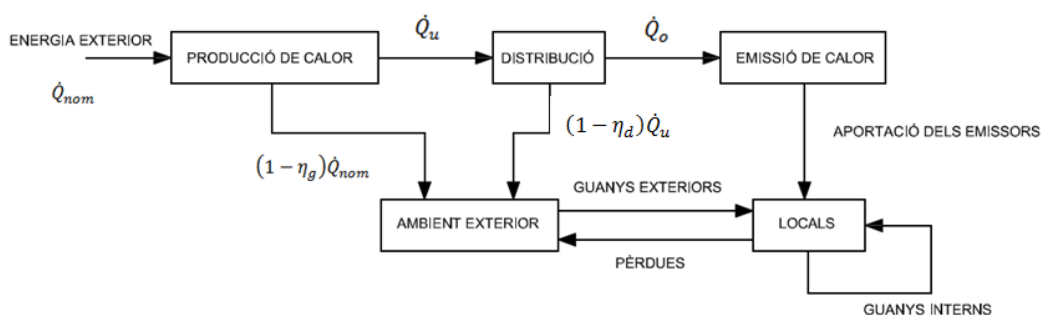


Figura 1.38. Esquema d'un sistema de calefacció 2.



Els locals i el ambient exterior interaccionen entre sí, produint pèrdues de calor però també es poden produir aportacions de calor des de l'exterior als locals, degut a la radiació solar, aportacions que reben el nom de *guanys solars*. De la mateixa manera és possible que en l'interior dels locals es produeixin aportacions calorífiques que donen lloc a *guanys interns*. Dins aquests últims es trobaria l'aportació de calor corporal de les persones, guanys per la il·luminació, pels equips informàtics...

#### 1.9.1.2. Classificació de les instal·lacions de calefacció

Les instal·lacions de calefacció poden classificar-se basant-se en diferents criteris, alguns dels més usuals són:

- Pel grau de concentració: *unitàries, individuals i col·lectives o centralitzades*.
- Atenent a la manera de producció de calor: *Calefacció per bomba de calor, calefacció elèctrica, calefacció per energia solar o calefacció convencional*.
- En funció del fluid caloportador emprat: *Instal·lacions de calefacció per aire, aigua, vapor o fluids tèrmics*.
- En funció del traçat i disseny de la xarxa d'interconnexió dels aparells calefactores: Instal·lacions *monotubo, bitubo, retorn directe, retorn invers, distribució superior, distribució inferior...*
- Pel tipus d'aparell calefactor: *Radiadors, convectors, fan-coils..*

Normalment per a definir totalment un tipus d'instal·lació de calefacció és necessari utilitzar simultàniament varies o totes les classificacions citades.

##### Instal·lacions unitàries, individuals i col·lectives

Seguint l'ordre de classificacions anteriors, s'exposen les característiques especials de les instal·lacions unitàries, individuals i col·lectives.

Es denomina *instal·lació unitària* a aquella instal·lació destinada a calefactar un únic local. Usualment aquest tipus no presenta el subsistema de distribució i els altres dos subsistemes generalment estan integrats en un equip compacte.

Es denomina *instal·lació individual* aquella instal·lació destinada a calefactar diferents locals, propietat d'un sol usuari.

Es denomina *instal·lació col·lectiva* o centralitzada aquella que subministra calefacció a un nombre més o menys gran de diversos locals de diferents usuaris.

#### 1.9.1.3. Calefacció elèctrica

Baix la denominació de calefacció elèctrica s'agrupen aquells sistemes de calefacció que utilitzen l'electricitat com a font energètica, mitjançant l'aplicació de l'efecte Joule.



Els sistemes de calefacció elèctrica poden classificar-se en tres grans grups:

- Calefacció directa
- Calefacció per acumulació
- Calefacció mixta

Normalment s'utilitza en instal·lacions unitàries i individuals, i presenta diferents **avantatges** respecte a altres sistemes:

- Ocupa poc espai al no requerir dipòsits de combustible, sales de calderes, xemeneies, etc..
- Els aparells de calefacció es poden col·locar en diferents llocs
- És neta i silenciosa

Per contra, és la energia més costosa.

#### Sistemes de calefacció directa

En aquest sistema, els calefactores es connecten a l'electricitat generant el calor de forma immediata, no requereixen d'un instal·lador de calefacció ja que són molt senzills. No contenen opcions per a regular els horaris de calefacció, per la qual cosa l'estalvi del consum elèctric es fa de manera manual. S'inclouen en aquesta calefacció els convectors, ventiloconvectors, calor negra, terra radiant, panells radiants, plaques solars, infrarojos, radiadors d'oli i sòcols calefactores.

##### *Convectors*

S'han descrit en l'apartat de calefacció per aigua calenta. En el cas dels convectors elèctrics, tenen el mateix funcionament però treballen amb electricitat.

Estan dissenyats per accelerar el moviment ascendent d'aire calent mitjançant un cos que produeix un efecte xemeneia, escalfant l'aire amb una resistència elèctrica col·locada a la part inferior de la carcassa.

S'han de posicionar a una altura entre 0,1 i 0,2 metres, situant-se normalment davall de les finestres. tenen un baix cost i presenten escasses averies. Han de portar un termòstat incorporat i la gamma de potència oscil·la entre 300 i 2000 W.

##### *Ventiloconvectors*

Com en el cas dels convectors, també s'han descrit els ventiloconvectors en l'apartat de calefacció per aigua calenta.

Consisteixen bàsicament amb un convector dotat d'un ventilador que aspira l'aire fred de l'habitació, impulsant-lo a través de les resistències elèctriques per a que l'escalfin.

Normalment les potències oscil·len entre 1000 i 2000 W.



### *Terra radiant*

Consisteix en la instal·lació de un element calefactor integrat al terra que actua com a resistència a baixa temperatura. Queda incorporat a la xarxa general elèctrica connectat a través d'una caixa de derivació. Un termòstat d'ambient analitza la temperatura del local i determina l'aturada o funcionament del sistema en funció de la temperatura fixada. L'objectiu és aconseguir tenir àmplies superfícies a una temperatura de confort d'entre 25 i 29 ° C.

Les condicions de confort es van argumentar al apartat de calefacció radiant per aigua calenta.

Els elements calefactores poden ser tres:

- *Un cable calefactor o fil radiant* (Figura 1.39)
- *Malla calefactora* (Figura 1.40)
- *Foli radiant* (Figura 1.41)

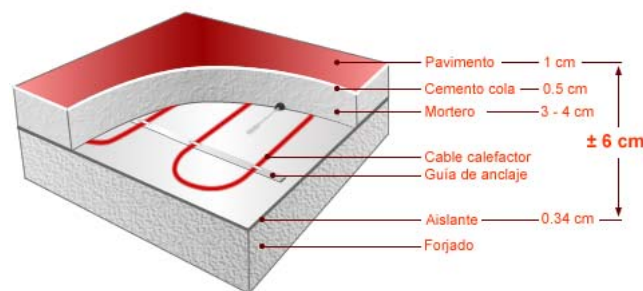


Figura 1.39. Terra radiant amb cable calefactor.

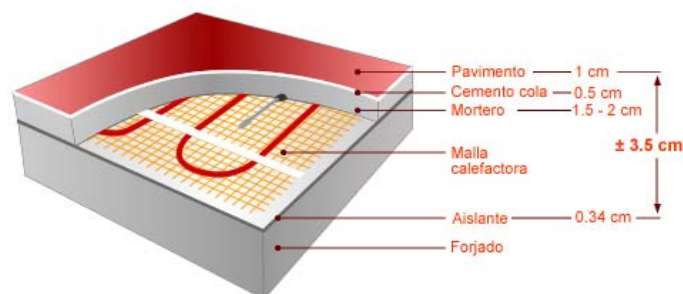


Figura 1.40. Terra radiant amb malla calefactora.

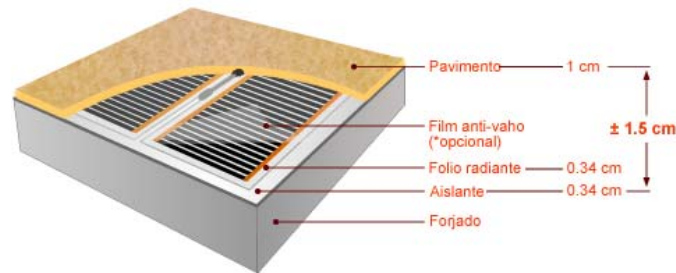


Figura 1.41. Terra radiant amb foli radiant.

Els **avantatges** que té un sistema de calefacció radiant elèctrica són que no ocupa espai, amb l'absència de radiadors, tubs i aparells. Al ser un sistema que està per sota terra, no fan falta emissors del tipus radiadors, ni convectors.. La calor directament es transmet a través del sòl. Tampoc és necessària la caldera ni sala de calderes, ja que s'alimenta directament de la xarxa d'electricitat general, i per descomptat tampoc necessita xemeneia.

La calefacció radiant ofereix seguretat, al no utilitzar productes tòxics ni inflamable, l'electricitat és neta i segura a més d'incorporar-se termòstats i limitadors de temperatura.

La distribució de temperatures és la més pròxima a la ideal, mantenint el cap fred i els peus calents.

No necessita pràcticament manteniment, no hi ha vàlvules, motors..

Permet un estalvi de consum entre el 20% i el 30%, en comparació amb altres sistemes.

No influeix en la humitat de l'aire, ja que no calenta l'aire sinó els objectes del local.

Entre els **inconvenients** podem trobar:

El cost inicial de l'instal·lació és major i suposa un dels factors més determinants a l'hora de descartar aquest sistema, encara que s'haurà de tenir en compte l'amortització al llarg del temps.

El increment de l'espessor del paviment en la instal·lació pot arribar a ser un problema.

Com en el cas del terra radiant per aigua calenta, és una instal·lació per obra nova ja que ha de tenir el paviment obert per a la col·locació de l'instal·lació, i a més si hi ha una averia és molt costós arreglar-ho.

#### *Radiadors d'oli*

Aquests equips estan constituïts per una carcassa de xapa similar als radiadors, i en el seu interior i part inferior porta una resistència elèctrica submergida en un oli tèrmic.



L'emissió de calor és per radiació i convecció. Degut a l'inèrcia tèrmica són molt apropiats per a llocs amb ocupació permanent.

#### *Calor negra*

Consisteix en una resistència elèctrica tancada en una carcassa de xapa. La seva denominació es deu al fet de que la resistència no es fica roja de l'escalfor, sinó que manté la tonalitat fosca.

No existeix suficient moviment d'aire el que implica altes temperatures de sortida d'aire, normalment per sobre dels 120° C. L'avantatge principal és el preu, que és molt baix.

#### *Infrarojos*

Estan formats per una resistència dins d'un tub de quars o d'acer. L'emissió calorífica, mitjançant radiació infraroja, és dirigida fins a la zona a escalfar per mitjà d'una pantalla reflectora.

Les resistències assoleixen temperatures molt altes però no permeten una adequada sensació de confort i l'escalfament del local és molt localitzat. Com en el cas anterior, el principal avantatge és el preu.

#### *Sòcols calefactors*

Consisteixen amb una resistència elèctrica dins d'una carcassa metàl·lica llarga i prima, dissenyada en forma de sòcol. Permeten una distribució homogènia de la temperatura i ocupen poc espai.

#### Sistemes de calefacció per acumulació

Són sistemes que fan ús de acumuladors d'energia per emmagatzemar-la en horaris on la quota del consum elèctric és menor, normalment a la nit, per utilitzar-la durant el dia i d'aquesta forma no es tenen pics de consum com es té en la calefacció directa.

Aquest calor acumulat es pot cedir al ambient per convecció natural o radiació (acumuladors estàtics) o mitjançant corrents d'aire impulsades per ventiladors i radiació (acumuladors dinàmics).

Estan dotats d'un nucli acumulador que captura el calor fins arribar a temperatures de 600-700°C a final de càrrega. Una sèrie de resistències elèctriques escalfen de forma uniforme el nucli. Disposen d'un aïllant tèrmic per conservar el calor, i sistemes de seguretat i gestió, per evitar rescalfaments i per regular la càrrega respectivament.

#### *Acumuladors estàtics*

Aquests acumuladors són els més bàsics. La calor es cedeix per radiació i convecció a través de la carcassa metàl·lica i per convecció natural, mitjançant la corrent d'aire que pot circular a





través dels canals existents en el refractari i entre la carcassa i l'aïllant, estant dotats aquests aparells d'una entrada inferior d'aire i una descàrrega superior regulada per una comporta.

La quantitat de calor acumulada és menor que l'energia consumida degut a la descàrrega parcial durant el període de càrrega, quedant disponible per l'utilització diürna d'una quantitat de calor entre el 70% i 80% de la teòrica. A més, gran quantitat de l'energia és dissipada a l'ambient per radiació i convecció incontrolada quedant aproximadament un 20% de l'energia disponible per ser dissipada amb descàrrega controlada per convecció.

L'instal·lació dels acumuladors estàtics és més senzilla que la dels dinàmics, de la mateixa manera que el cost també és inferior.

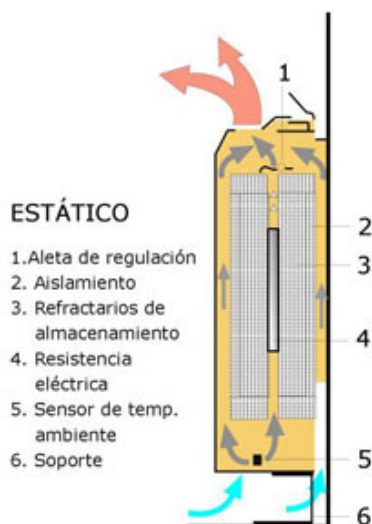


Figura 1.42. Components acumulador estàtic.

#### Acumuladors dinàmics

Aquests tipus d'acumuladors estan dotats d'un ventilador que força el moviment de l'aire a través dels canals existents en el refractari. La sortida de l'aire calent es situa normalment a la part inferior del aparell a través d'una reixeta, això dificulta la convecció natural reduint-se les pèrdues durant el període de càrrega i la descàrrega diürna incontrolada, fent que la descàrrega controlada sigui un 45% de la potència nominal del acumulador.

En els dos tipus d'acumuladors, el sistema de regulació pot ser manual o automàtic. En el cas d'una regulació automàtica, una sonda exterior mesura la temperatura durant la nit, i el sistema determina la quantitat d'energia a emmagatzemar pel dia següent, així com el moment d'inici de la càrrega.

La inversió a realitzar és gran ja que els equips tenen un alt cost, és un sistema per països on la tarifa nocturna és considerablement més econòmica que la diürna.

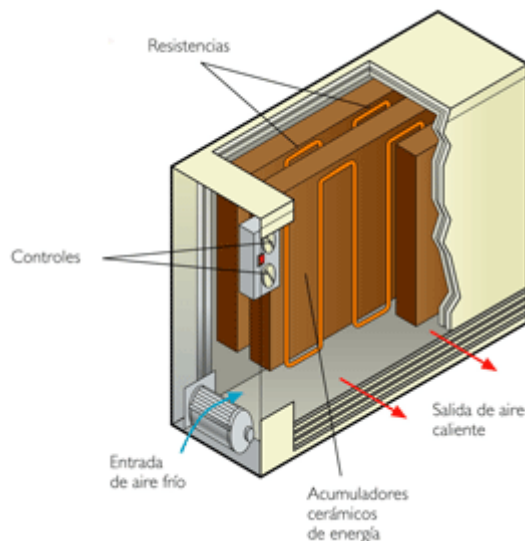


Figura 1.43. Parts acumulador dinàmic.

Els **avantatges** dels acumuladors són bàsicament tres; els costos reduïts degut a les tarifes nocturnes, és una instal·lació senzilla perquè no requereix obra i és una solució neta i segura al utilitzar energia elèctrica.

Entre els **inconvenients** es podrien trobar l'elevat cost dels equips, les pèrdues de calor al cedir energia acumulada per radiació i la càrrega s'ha de realitzar amb antelació a les necessitats de calefacció.

#### Calefacció mixta

La calefacció mixta es basa amb la combinació de una calefacció base i una calefacció de suport. En la primera generalment s'utilitza la calefacció per terra radiant elèctric, acumulant calor durant la nit en el terra, i la de suport sol ser un sistema de calefacció directa com convectors o sostre radiant, amb regulació independent local a local.

Normalment es dissenya el sistema de tal manera que la calefacció de base aporti calor necessari per mantenir el local a uns 12°C i el sistema de suport és l'encarregat d'eleva la temperatura fins la ideal o de confort.

En el cas de que hi hagués un defecte en l'acumulació necessària, l'única solució seria subministrar calefacció directa amb els equips destinats inicialment a ser acumuladors.

El sistema mixt dona un alt nivell de benestar i és apropiat per a edificis d'obra nova.

#### **1.9.1.4. Calefacció per energia solar**

En aquest tipus d'instal·lacions la font tèrmica és directament la radiació procedent del Sol que arriba a la superfície terrestre, en la que a través de superfícies captadores és transformada en



energia tèrmica cedida al fluid caloportador, generalment aigua, que bé a través d'un sistema acumulador o bé directament la transporten fins als locals a calefactar.

Normalment aquest sistema no és suficient per compensar les càrregues tèrmiques dels locals, de manera que es sol utilitzar juntament amb altres sistemes, que complementen la potencia tèrmica de sistema d'energia solar.

Aquest sistema no podrà proporcionar l'energia suficient per suplir les pèrdues de càrrega de l'edifici i escalfar l'aigua calenta sanitària, però és un bon sistema de suport.

Entre els diferents **avantatges** podem trobar: Que els col·lectors no requereixen ocupar espai addicional, és un sistema silenciós i net i es combina bé amb sistemes convencionals de calefacció o terra radiant, donant així a l'instal·lació una eficiència energètica major. A més, no necessita cap combustible per a funcionar.

Es **inconvenients** són: Que és un sistema de suport, no pot funcionar de nit i l'intensitat solar fluctua al llarg de l'any. El cost inicial és molt elevat.

En el capítol següent "Sistemes de producció d'ACS" es fa una descripció més detallada sobre els captadors solars, enfocat a la producció d'aigua calenta sanitària.

#### 1.9.1.5. Calefacció convencional per aigua calenta

En aquest sistema de calefacció, un combustible orgànic determinat s'introdueix a un generador de calor o caldera juntament amb el comburent precís per realitzar la combustió, que es transferida al fluid caloportador, en aquest cas aigua, per a la seva posterior utilització.

Podem diferenciar tres tipus de instal·lacions, segons el tipus de combustible.

- *Instal·lacions de calefacció per gas*, ja sigui gas ciutat, gas natural o G.L.P.
- *Instal·lacions de calefacció de combustibles líquids*, com per exemple gasoil o fueloil.
- *Instal·lacions de calefacció de combustibles sòlids*, generalment carbó, fusta o pèl·lets.

El fluid caloportador més usual és l'aigua, però també pot ser aire o vapor. Posteriorment es descriuran les instal·lacions amb aire i vapor respectivament.

Es poden considerar dos tipus fonamentals d'instal·lació, *les instal·lacions obertes* en el que l'aigua està en contacte amb l'atmosfera a través d'un dipòsit d'expansió situat a la part superior de l'instal·lació, aconseguint unes temperatures màximes de 90 a 95°C. I *les instal·lacions tancades* en el que no hi ha cap punt on l'aigua estigui en contacte amb l'aire exterior. Aquestes estan dotades de vasos d'expansió hermètics on s'arriba a temperatures majors de 100°C.

A les instal·lacions de calefacció per aigua calenta a baixa temperatura ( $\approx 50^{\circ}\text{C}$ ) la generació de calor pot produir-se a través d'una bomba de calor, energia solar, electricitat o caldera de



combustible convencional. En el cas de temperatura mitja ( $\approx 90^{\circ}\text{C}$ ), aquesta calor es genera normalment amb calderes elèctriques o convencionals i la temperatura alta ( $\approx 130^{\circ}\text{C}$ ) amb calderes convencionals de combustibles líquids o gasosos.

#### Tipus de xarxes de distribució

**Sistema bitubular.** En aquesta distribució, l'aigua que surt del generador de calor recorre per la canonada anomenada *d'anada* fins arribar als emissors de calor, generalment radiadors. L'aigua que surt dels radiadors a una temperatura aproximadament d'uns  $20^{\circ}\text{C}$  menor, és conduïda de nou cap a la caldera per la canonada de *tornada*. És el sistema més utilitzat però es requereixen trams de canonada llargs.

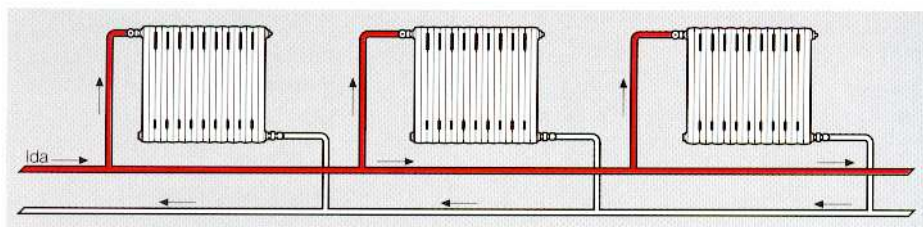


Figura 1.44. Sistema bitubular.

Hi ha dos variants segons el retorn:

- *Retorn directe:* El recorregut de l'aigua des de que surt de la caldera fins que torna a ella després de travessar un emissor, és major quan més lluny estigui aquest emissor de la caldera. Aquest fet fa que les pèrdues de càrrega dels emissors més allunyats de la caldera siguin majors que els que estan més pròxims, donant com a resultat una desigualtat important de les emissions calorífiques.
- *Retorn invertit:* Aquest altre tipus de retorn implica que el recorregut de l'aigua per cada un dels calefactores sigui aproximadament igual, fent que les pèrdues de càrrega i les aportacions calorífiques siguin similars.

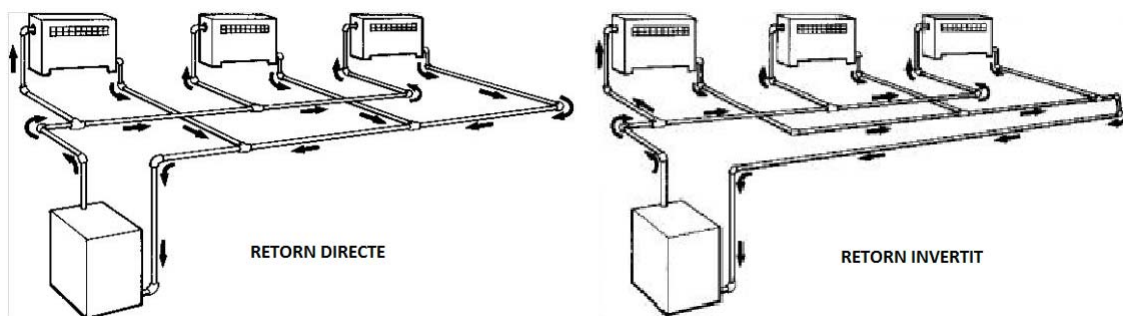


Figura 1.45. Retorn directe i invertit d'un sistema bitubular.



**Sistema monotubular.** Aquest sistema és un model d'instal·lació de calefacció executat mitjançant la col·locació d'un sol tub, com el seu nom indica. D'aquesta manera la sortida o retorn d'aigua d'un emissor s'aprofita per alimentar al següent (fa de anada) i així successivament. A mesura que l'aigua passa pels emissors de calor, la temperatura d'aquesta baixa, cosa que cada un dels radiadors tindrà una temperatura diferent i s'ha de tenir en compte l'hora de fer el càlcul de la instal·lació. El muntatge dels emissors-canonada es fa en sèrie.

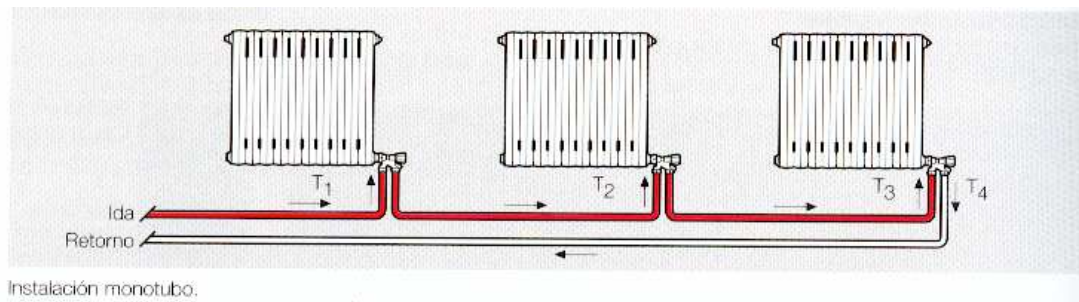


Figura 1.46. Sistema monotubular.

El sistema disposa de vàlvules especials que regulen el pas d'aigua fins al calefactor, fent que una part variable passi a aquest, desviant el caudal restant junt al retorn del calefactor fins al emissor següent.

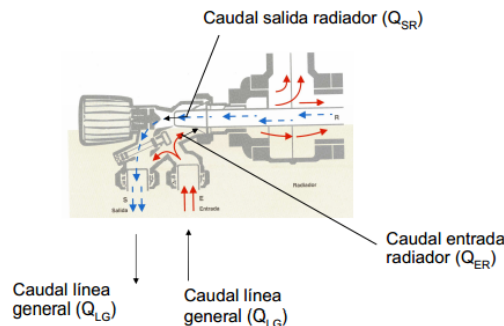


Figura 1.47. Vàlvula reguladora d'aigua en un sistema monotubular.

#### Diferències entre bitubular i monotubular

El sistema monotubular presenta les següents **avantatges** respecte al bitubular:

- És més senzill i més econòmic tant en materials com en mà d'obra.
- Possibilitat d'ubicar aparells calefactors allunyats de les columnes.

Per contra, els **inconvenients** són:

- Necessitat de variar les superfícies dels radiadors, els més allunyats com que s'alimentaran amb aigua menys calenta, es necessitarà més àrea.



- El càlcul de les pèrdues de càrrega serà molt rigorós, s'haurà de precisar la quantitat d'aigua que ha de passar per cada un dels circuits per a que es pugui aportar a cada un l'energia tèrmica necessària.

#### Instal·lacions de calefacció per gas

Els combustibles gasosos són aquells gasos que són capaços de reaccionar amb l'oxigen de l'aire, amb desprendiment d'energia tèrmica. Els utilitzats en les instal·lacions de calefacció i producció d'A.C.S són principalment quatre: gas natural, gas ciutat o manufacturat, propà i butà.

El *gas natural* és una barreja de hidrocarburs lleugers, en la que predomina el metà. En l'actualitat és el gas que més s'utilitza, ja que una de les principals avantatges és que no necessita espai d'emmagatzematge, no deixa residus consistents i és un gas econòmic d'extreure, transportar i cremar, d'aquesta manera l'instal·lació s'amortitza ràpid. Per contra, no és una energia renovable i produeix gasos d'efecte hivernacle.

El *gas ciutat* és un gas manufacturat, que s'obté a través del fueloil o del gasoil, o mitjançant el reformat de gasos combustibles com el gas natural, el propà o el butà. El gas ciutat té un cost de producció bastant major que el gas natural, s'utilitzava en un passat abans de descobrir el gas natural però actualment està caient en desús.

Els *gasos líquids del petroli (GLP)* és una barreja de propà i butà comercial i s'obté a partir de la purificació del gas natural i del gas ciutat procedent del reformat, així com, de la destil·lació del petroli. És un gas inodor i respectuós amb el medi ambient amb una baixa producció de CO<sub>2</sub> quan es crema. Es distribueixen amb botelles de 12,5 i 35 kg de butà o barreja amb propà.

En la Taula 1.41 es mostren les densitats relatives, el PCI i el PCS dels gasos esmentats.

	Densidad (relativa)	PCI				PCS
		Kcal/m <sup>3</sup> (n)	te/m <sup>3</sup> (n)	kWh/m <sup>3</sup> (n)	MJ/m <sup>3</sup> (n)	MJ/m <sup>3</sup> (n)
GLP Propano	1,85	20.484	20,5	23,8	85,7	93,3
GLP Butano	2,41	26.253	26,3	30,5	109,9	119,2
Gas Natural	0,63	9.228	9,23	10,73	38,63	42,92
Gas ciudad	0,65	4.037	4,04	4,69	16,90	18,20

Taula 1.41. PCI i PCS de diferents combustibles gasosos.

Es pot apreciar que els que tenen més poder calorífic són els gasos GLP, i el menor és el gas ciutat, per això està en desús.

Hi ha més gasos que s'utilitzen com a combustible, com per exemple el gas de coqueria, gas de generador, gas blau, gas de "acería", grisú.. Però s'han estudiat els més importants actualment.



### Instal·lacions de calefacció de combustibles líquids

Els combustibles utilitzats normalment per la calefacció són el gasoil C i els fueloils, encara que en l'actualitat es consumeix pràcticament sol el gasoil C. Ambdós s'obtenen de les refineries a partir del petroli.

El *fueloil* és una fracció de la destil·lació del petroli, químicament està format per una mescla d'hidrocarburs tipus alcans i cicloalcans. El fueloil nº1 és un tipus de fueloil que solament es pot cremar amb cremadors amb potència superior a 580 kW, i el fueloil nº2 amb potències superiors a 1160 kW.

El *gasoil C* és un hidrocarbur líquid, menys dens que l'aigua on s'utilitza amb calefacció. Existeixen altres tipus de gasoils (A i B) que s'utilitzen amb automoció o usos agrícoles, i presenten algunes diferències respecte el primer.

El gasoil C és segur ja que el seu punt d'inflamació està per sobre dels 60°C, una altra **avantatge** és que les calderes d'aquest combustible fòssil tenen un molt alt rendiment i sobretot ràpid, gràcies al seu poder calorífic calenta més ràpidament que altres sistemes de calefacció.

Necessiten pocs requeriments de seguretat, com s'ha especificat anteriorment, les calderes de gasoil tenen menys probabilitats d'explotar que les de gas natural i és un sistema barat i fàcil d'implantar, per aquestes raons aquest tipus de combustible per a calefaccions és molt usat.

Per últim i no menys important, la disponibilitat. Aquestes calderes es poden instal·lar a qualsevol punt geogràfic, almenys d'Espanya, ja que arriba fàcilment a tots els punts del territori.

El primer **inconvenient** és el preu del gasoil, com que depèn del petroli està subjecta a variacions de preu constantment, però al estar en règim de mercat completament lliure, es poden comparar fàcilment preus entre diferents distribuïdors, però així com el petroli, cada vegada té un preu menys econòmic. El gasoil C tampoc serveix com a energia per utilitzar a la cuina, s'ha de complementar amb un altre sistema. Per últim l'emmagatzematge, es necessita un espai físic on guardar el gasoil.

	Densitat <i>kg/l</i>	PCI		PCS
		<i>kcal/kg</i>	<i>kJ/kg</i>	<i>kJ/kg</i>
Gasoil C	0.83 - 0,88	10000	41800	43890
Fueloil nº1	0,85	9900	40600	42695
Fueloil nº2	0,875	9400	39765	41860

Taula 1.42. PCI i PCS de diferents combustibles líquids.





### Instal·lacions de calefacció de combustibles sòlids

Són els utilitzats en les calderes denominades normalment de carbó o llenya. Segons el seu origen o tractament, es poden classificar en:

- Naturals: Antracita, hulla, lignit, turba, fusta.
- Refinats: Briquetes de hulla, coc, carbó vegetal.

Els components principals d'aquests combustibles són el carboni, l'hidrogen, nitrogen, sofre i aigua.

El combustible sòlid per excel·lència és la fusta, es pot presentar en forma natural o en forma fòssil (carbó). S'ha de destacar que la fusta recent tallada conté una gran quantitat de humitat i ha de passar un procés de secat per a poder servir com a combustible. El carbó són grans dipòsits vegetals que han patit una transformació en la seva estructura patint el procés de carbonització, per culpa de processos biològics i l'acció d'altres temperatures i pressions.

Segons la composició de carbó, es poden diferenciar diferents tipus de combustibles: Turba, lignit, hulla, antracita, etc... Cada una d'aquestes composicions té una densitat, un PCI i un PCS diferent, com s'indica a la Taula 1.43.

Combustible	Densidad media kg/m <sup>3</sup>	PCI kJ/kg	PCS kJ/kg	Combustible	PCI kJ/kg	PCS kJ/kg
Turba	360	21300	22500	Aglomerados de carbón	31300	35600
Lignito	1050	28400	29600	Carbón de madera	31400	33700
Hulla	1350	30600	31400	Coque	29300	33700
Antracita	875	34300	34700	Coque de petróleo	34100	36500

**Taula 1.43. Poder calorífic dels combustibles sòlids.**

En el cas del carbó com a combustible, està molt en desús. És un combustible fòssil abundant però la combustió és molt contaminant, les emissions de gasos tòxics són molt elevades i nocives per la salut. Per aquesta raó el seu ús està limitat per les normatives mediambientals.

Un dels combustibles sòlids que cada vegada s'utilitza més són els *pèl·lets*, consisteixen en cilindres de biomassa, elaborats a partir de serrin natural i amb lignina com aglomerant.

Aquest serrin es comprimeix a alta pressió, deixant un cilindre molt dens i dur, i d'aquesta manera s'aconsegueix un gran poder calorífic. És important tenir en compte aquesta alternativa perquè és respectuosa amb el medi ambient i barata.

Els pèl·lets tenen un PCI de 18828 KJ/kg i el PCS 20916 KJ/kg. Encara que depèn molt de la composició del mateix.





Entre els diferents **avantatges**, podem trobar:

Com s'ha dit anteriorment és ecològica, no es necessari talar arbres ja que són els residus de l'indústria de la fusta. Tampoc se li apliquen productes addicionals per a crear les estructures cilíndriques. Al ser residus, és un combustible barat, aproximadament la meitat que el preu del gasoil. Les calderes i estufes de pèl·lets estan automatitzades i autoregulen el flux de pèl·lets i la potència de treball.

Al tenir molta densitat, ocupen menys espai que troncs complerts i es poden transportar fàcilment, de la mateixa manera que amb la seva combustió no es contamina i no genera olors. Per descomptat no caduca, pot estar emmagatzemat el temps que es cregui necessari.

Com a **inconvenients** s'ha de destacar que ocupa més espai que el gasoil, s'ha de tenir un lloc per a emmagatzemar el combustible. La crema de pèl·lets no és tòxica, però es creen residus com per exemple cendres, sutge..

Emmagatzemat té una duració indefinida sempre i quan estigui en un lloc sec, ja que el contacte amb humitat seria la pèrdua de les seves propietats.

#### Components de l' instal·lació

Els components que disposa una instal·lació de calefacció convencional d'aigua calenta, es poden resumir en:

- Caldera
- Dipòsit d'expansió
- Emissors
- Bomba de circulació
- Canonades
- Altres components (Dipòsit d'acumulació d'ACS, dispositius de control, elements de seguretat, vàlvules.. )

#### Caldera

Denominem caldera a l'element on es calenta un fluid caloportador, normalment aigua. La producció de calor es realitza generalment per la combustió d'un combustible , i és en la part de la caldera denominada càmera de combustió on es produeix aquest procés. El rendiment de la transmissió de calor és doncs, una de les característiques més importants del funcionament d'una caldera.

Esquemàticament, des del punt de vista del seu funcionament, són bàsicament intercanviadors de calor entre dos circuits: el de combustió (combustible + comburent --> calor + gasos) i el circuit d'aigua (entrada--> canonades --> sortida).

A la caldera, la transmissió de calor s'efectua per conducció a través de l'interior dels materials sòlids o quan la flama toca la paret de la càmera de combustió, per convecció en el circuit de



fums com en el d'aigua, i radiació que es produeix en la càmera de combustió des de la flama fins les parets d'aquest.

Hi han diferents tipus de calderes, i les podem classificar seguint diferents criteris: segons el fluid caloportador, en funció del principi de disseny, segons el material de fabricació, rendiment...

El criteri elegit per la classificació de calderes a estat en funció del combustible emprat:

- Calderes per a combustibles sòlids
- Calderes per a combustibles líquids
- Calderes per a combustibles gasosos
- Calderes policomcombustibles
- Calderes elèctriques

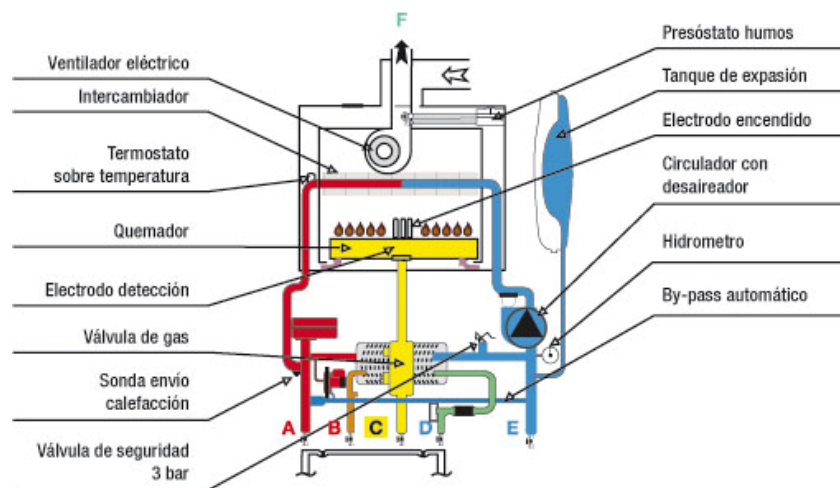


Figura 1.48. Exemple de caldera de gas natural.

Les calderes presenten diferències estructurals i de funcionament segons el combustible que consumeixen per generar l'energia, però un dels elements més importants que tenen és el cremador. Aquest dispositiu serveix per cremar combustible líquid, gas, i en alguns casos sòlid. És l'encarregat, mitjançant una flama, d'aportar la suficient calor al combustible per a que hi hagi una combustió d'aquest, i amb intercanviadors de calor aquesta passi al fluid caloportador. També hi han diferents criteris per classificar els tipus de cremadors, però es seguirà el criteri de les calderes: Cremadors gasosos, líquids i sòlids.

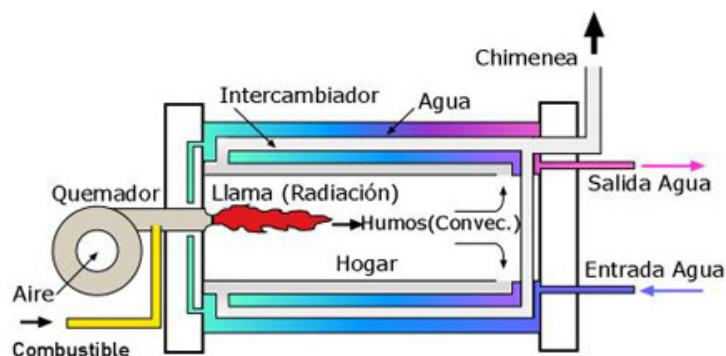


Figura 1.49. Esquema d'un cremador.

La xemeneia és una part important de l'instal·lació també, ja que en moltes ocasions la pol·lució i el sutge són causa directa d'una xemeneia impròpia. Aquesta ha de conduir els gasos de la combustió des de la caldera fins a l'exterior i a de proporcionar l'oxigen necessari per a la combustió a les calderes de combustibles sòlids. Si la caldera funciona amb combustibles fluids, el ventilador que incorpora el cremador ja abasteix l'aire necessari per a la combustió.

#### Dipòsit d'expansió

La funció del dipòsit d'expansió és absorbir l'excés d'aigua que resulta de la dilatació d'aquesta per escalfament. La capacitat del dipòsit d'expansió serà almenys un 6% del volum total d'aigua continguda en l'instal·lació.

També ha de garantir que en qualsevol punt del circuit existeixi una pressió absoluta superior a l'atmosfèrica, amb l'objectiu d'evitar entrades d'aire a l'instal·lació.

Hi han dos tipus de vasos d'expansió, obert o tancat, segons es trobi en comunicació directa amb l'atmosfera o no.

*Dipòsit d'expansió obert:* Es tracta d'un recipient que es manté constantment en comunicació amb l'atmosfera, es col·loca a la part més alta de l'instal·lació. Ha de tenir algun dispositiu que eviti que l'aigua es congeli.

*Dipòsit d'expansió tancat:* Consisteix en un recipient d'acer tancat, amb dos compartiments separats per una membrana elàstica. Un d'ells conté nitrogen o aire actuant com a element que absorbeix les variacions de volum de l'aigua del sistema, que són transmeses per l'altre compartiment ple d'aigua i en comunicació amb el sistema.

Aquest és menys econòmic que l'obert, però s'eliminen canonades respecte al vas obert, no es perd aigua per evaporació, es disminueix el risc de corrosió i de gelades.

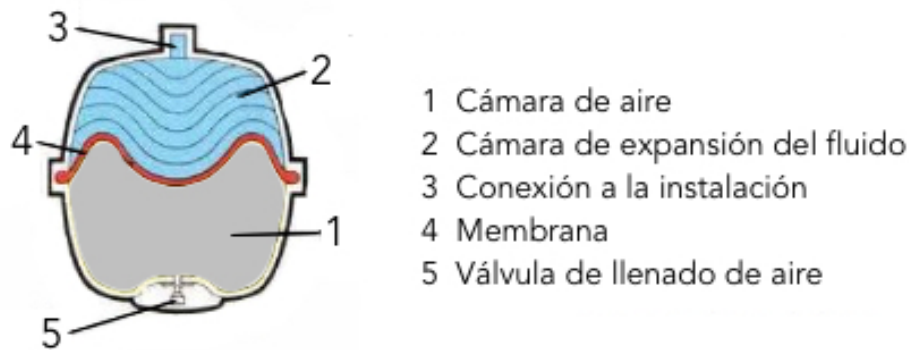


Figura 1.50. Dibuix d'un dipòsit d'expansió tancat

### Elements emissors de calor

La seva missió és intercanviar el calor entre l'aigua calenta procedent del generador i l'aire ambient del local.

Podem distingir els següents tipus:

- Radiadors
- Tubs aletejats
- Fan-Coils
- Aerotermes
- Convectors
- Terra/sostre/parets radiants

### Radiadors

Els radiadors són elements més utilitzats en les instal·lacions de calefacció. Estan compostats de cossos iguals assemblats formant un conjunt, pels que es fa circular aigua, intercanviant calor amb l'aire en la seva major part per convecció. L'aigua calenta circula entre els mòduls del radiador escalfant-lo de manera homogènia.

Els tipus principals són: de ferro colat, tub d'acer, alumini i panell de xapa d'acer. Normalment en el radiador es munta un accessori denominat purgador, que consta d'una vàlvula que té la finalitat d'extreure l'aire del radiador. N'hi han d'automàtics, semiautomàtics i manuals, sent aquets últims els més comuns. Purgar els radiadors ajuda a millorar el rendiment del sistema de calefacció, ja que si no es fa, el radiador no calenta de manera homogènia. Alguns radiadors juntament al purgador tenen un termòstat per a poder regular la temperatura.

També s'instal·la una clau de reglatge a l'entrada de l'emissor, per poder obrir o tancar i obtenir una regulació del caudal d'aigua que entra al radiador.

En les instal·lacions bitubulars també hi ha un accessori denominat enllaç detentor, que va instal·lat a la sortida de cada emissor i que permet desmuntar el emissor sense necessitat de



buidar l'aigua a l'interior del emissor. També serveix per l'equilibrat del caudal del fluid en els terminals dels sistemes de climatització.

#### *Tubs aletejats*

És un emissor format per canonades d'acer aletejades guanyant així molta superfície calefactora amb molt poc volum ocupat. Es necessari un manteniment de neteja per a evitar l'acumulació de pols, ja que si no es duu a terme aquest manteniment es pot crear una capa de brutícia al voltant de l'emissor i actuar com aïllant, limitant així la transferència de calor, a més a més es poden cremar les partícules i desencadenar olors.

#### *Fan-coils*

És un tipus de ventiloconvector. Un Fan-Coil està construït per una bateria o intercanviador de fred o calor, un ventilador centrífug generalment de tres velocitats i un filtre, tots allotjats en una carcassa dotada de reixetes d'impulsió.

És un equip de climatització però es pot utilitzar com a sistema de calefacció, l'aigua d'alimentació està a baixa o mitja temperatura per lo que és un sistema apte per a integrar-se amb equips d'energia solar.

Pot trobar-se en posició vertical o horitzontal, en el primer cas podria funcionar sense el ventilador ja que es convertiria pràcticament en un convector i el segon cas es muntaria en un fals sostre.

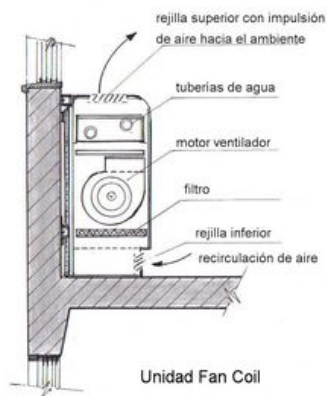


Figura 1.51. Esquema unitat Fancoil

#### *Aeroterms*

Els aeroterms són també ventiloconvectors, constituïts per una bateria aletejada, generalment de coure o acer i un ventilador helicoïdal que pot estar col·locat abans o després de la bateria. Són aparells molt compactes que emeten gran quantitat de calor per unitat de volum, presentant un gran inconvenient al ser molt sorollosos degut al tipus de ventilador que porten incorporat.



Normalment s'utilitzen en el àmbit industrial, es poden utilitzar en instal·lacions d'aigua a mitja i alta temperatura, i en instal·lacions de vapor. Necessiten grans caudals per a funcionar (300-400 L/h). A més, poden ser elèctrics.

### *Convectors*

Els convectors normalment estan formats per una bateria de tubs de coure, aletejada en alumini i tancada en una caixa o conducte generalment metàl·lica. Aquesta caixa afavoreix les corrents de convecció per l'efecte "xemeneia", produint una corrent d'aire que homogeneïtza ràpidament la temperatura dels locals. L'aire s'escalfa mitjançant una resistència situada a la part inferior de la caixa o conducte, és a dir, per l'entrada d'aire.

El sistema de calefacció per convectors és àmpliament utilitzat en instal·lacions d'aigua a alta temperatura, ja que al estar l'emissor protegit per la carcassa, pot arribar a temperatures més elevades que en altres sistemes sense perill per l'usuari.

La regulació de la temperatura pot realitzar-se amb una clapeta a l'interior on es pot regular l'entrada d'aire a través de la carcassa, o per vàlvules reguladores de caudal d'aigua. Els convectors més usals són els elèctrics i no els que utilitzen aigua calenta, aquests s'explicaran més endavant.

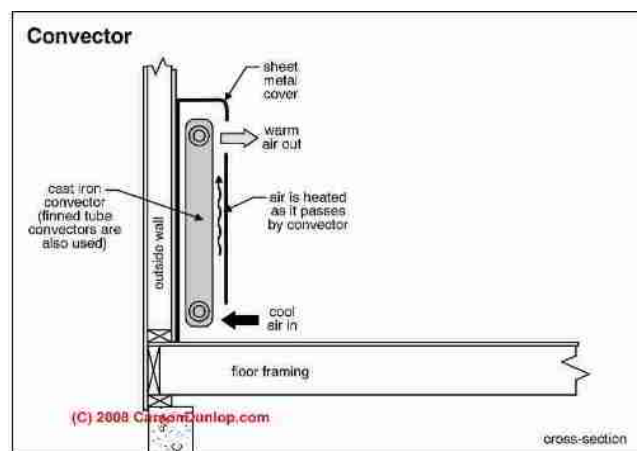


Figura 1.52. Esquema convector

### *Terra/sostre/parets radiants*

Aquest apartat es descriu al capítol "Calefacció radiant per aigua calenta", on es duu a terme una explicació més detallada de les superfícies radiants.



### Bomba de circulació

La bomba de circulació és un element que en una instal·lació té la missió de fer circular el fluid líquid per una xarxa de canonades, vencent les pèrdues de càrrega que s'oposen al seu moviment.

Es poden distingir tres tipus:

*Alternatives:* De èmbol, pistó i diafragma. Produeixen altes pressions però baix caudal.

*Rotatives:* D'engranatges i paletes. S'utilitzen per bombejar líquids viscosos.

*Centrífugues:* Són les més utilitzades. S'instal·len als circuits d'aigua, condensació, vapor, etc...

A les bombes centrífugues el líquid és aspirat per l'impulsor (o rodete), que està sotmès a un moviment giratori per l'accionament del motor. En l'impulsor es transforma l'energia de gir en energia interna del fluid. Aquest líquid posteriorment és dirigit a la boca de sortida.

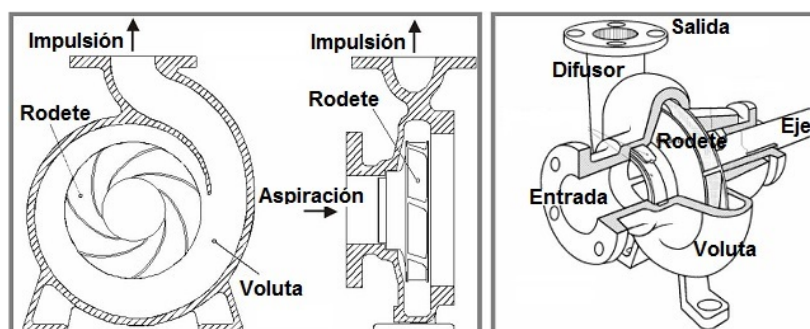


Figura 1.53. Esquema i parts d'una bomba de circulació centrífuga.

### Canonades

La xarxa de canonades d'una instal·lació de calefacció té com a missió conduir l'aigua que s'ha escalfat prèviament a la caldera fins als diferents emissors que componen l'instal·lació.

Per norma general els tipus de canonades més utilitzats són les d'acer i les de coure. Les primeres s'utilitzen en instal·lacions centralitzades de calefacció però cada vegada s'estan usant més les de coure al ser més fàcils de manipular.

És convenient dissenyar un circuit on a cada emissor li arribi el mateix caudal, això es podrà fer a base de circuit invertit o amb vàlvules d'equilibrat.

### Altres components

El *dipòsit d'acumulació* permet disposar d'aigua calenta sanitària aprofitant el calor de la calefacció. Té dos circuits independents, el de escalfament i el de consum.



L'acumulador s'elegeix en funció de les necessitats del local o edifici, i s'haurà de sumar la potència que es necessita per mantenir el tanc a la temperatura desitjada amb la potència de la caldera. Aquest dipòsit d'acumulació està als sistemes de producció d'ACS per acumulació, com s'explica més endavant en l'apartat de sistemes de producció d'ACS.

Les vàlvules són elements que interrompen total o parcialment el pas del fluid. La seva funció és la regulació de caudal o la interrupció del servei a alguna part de l'instal·lació. Poden ser tipus comporta, tipus seient, bola o papallona.

Altres tipus de vàlvules són les de retenció, doble reglatge i detentors.

#### **1.9.1.6. Calefacció radiant per aigua calenta**

Aquest és un sistema de calefacció que es va introduint cada vegada més en el mercat, encara que no és un sistema nou. S'engloben aquí aparells emissors que presenten una gran superfície aparent, són plans i malgrat el nom, la seva transmissió calorífica per radiació és quantitativament igual a la de convecció.

Dins d'aquest tipus de calefacció, es poden distingir tres casos:

- Calefacció per terra radiant
- Calefacció per sostre radiant
- Calefacció per parets verticals radiants

##### Calefacció per terra radiant

Les instal·lacions que es realitzen són o bé elèctriques, amb un element calefactor integrat al terra, o per aigua calenta mitjançant canonades amb una disposició uniforme al llarg del sòl. El primer cas s'analitzarà i descriurà posteriorment.

El terra radiant està constituït per una xarxa de canonades (de polietilè, polipropilè o polibuteno) uniformement escampades i baix el paviment. La temperatura a la que flueix l'aigua és moderada, entre 35 i 45 °C.

Al distribuir-se la calor a través del terra, s'aconsegueix un gradient de temperatures ideal pel confort humà, mantenint els peus calents i el cap fresc. Aquesta és l'avantatge principal, i a més al ser una gran superfície i arribar a temperatures baixes, les corrents de convecció són petites evitant així el dipòsit de pols calcinat sobre les superfícies. No obstant, per raons fisiològiques, s'impedeix augmentar la temperatura del terra per damunt d'un cert valor, el que limita la densitat de flux calorífic. La temperatura màxima depèn de tres factors: Distància entre tubs, temperatura del fluid caloportador i espessor del material de recobriment. Aproximadament la temperatura mitja del terra és de uns 27 - 29 ° C, segons el IT.IC.02.1 del RITE, això significa que l'aigua no haurà de sobrepassar els 50°C.





És precís posar un aïllant de entre 20 i 35 mm de almenys 20 kg/m<sup>3</sup> davall de les canonades per reduir les pèrdues cap al sòl o cap al local inferior, aquestes canonades es disposaran en forma de serpenti o espiral i es cobriran per una capa de morter inert de ciment.

L'**avantatge** principal és la distribució de temperatures, aproximant-se molt a l'ideal, això significa que la sensació de confort és molt bona. A més, al no necessitar aparells terminals com poden ser radiadors, les superfícies de calefacció queden dissimulades. Els costos de l'instal·lació són menors que altres sistemes, estimant-se en un 10%. És un sistema amb una gran inèrcia tèrmica i és ideal per a climes freds on el funcionament és constant, en aquests casos sí que hi ha un estalvi considerable respecte els altres sistemes.

El major **inconvenient** són els costos davant d'una fuga, si hi ha alguna canonada que pateix una fuga, al estar sota un terra de ciment, la reparació és més costosa i complicada respecte altres sistemes.

També, el fet que la malla o malles de calefacció siguin horitzontal, fa molt difícil la purga del possible aire dins de les canonades, i pel mateix motiu fa complicat el buidat de l'instal·lació.

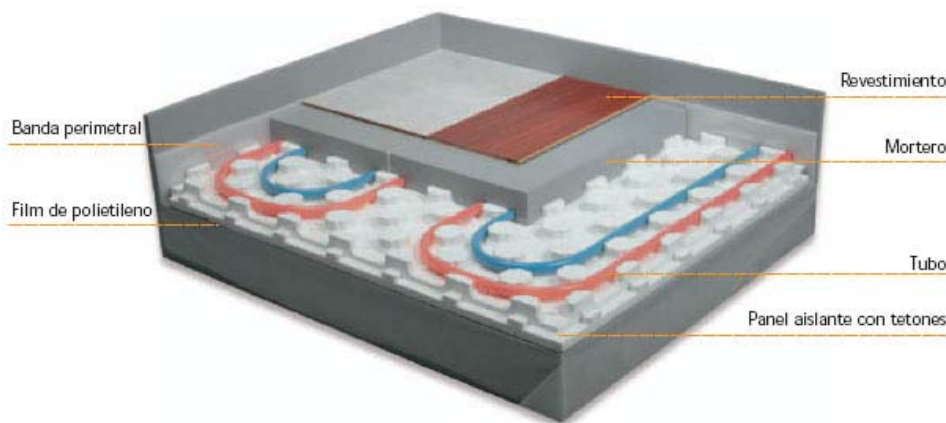


Figura 1.54. Representació i components d'una instal·lació de terra radiant per aigua.

#### Calefacció per parets verticals radiants

El sistema és anàleg al anterior, col·locant tubs en forma de serpenti a les parets verticals del local a calefactar. La principal avantatge és que és molt fàcil purgar l'aire de l'instal·lació al estar en disposició vertical, però hi ha majors pèrdues al estar la paret en contacte amb l'exterior. Al ser les parets les superfícies per on es canalitza la calor, quan fiquem qualsevol moble o accessori al costat de la paret, fa que la transmissió de calor es redueixi considerablement. Aquests inconvenients són la causa de que el sistema no sigui massa usat.



### Calefacció pel sostre radiant

En aquest cas, els serpentins o l'espiral de canonades s'allotja a la part inferior del sostre aïllant-lo per la part superior, per reduir la transferència de calor per dalt. Al estar l'espai a calefactar per davall del emissor, no hi ha transmissió per convecció, solament radiació.

La temperatura del sostre radiant ha de ser baixa per no sortir de l'estat de confort, però això fa que la distribució de temperatures no sigui la més adient.

Aquest sistema presenta els mateixos inconvenients que el terra radiant, incloent una distribució de temperatures pitjor.

#### **1.9.1.7. Calefacció per aire calent**

Aquest sistema presenta dos tipus d'aplicacions. La primera, en el camp industrial en el que el escalfament d'aire es produeix directament en un generador d'aire calent, i en el camp del confort en que l'escalfament de l'aire es realitza a través d'una bateria o intercanviador.

Com a **avantatges** podem trobar:

- Baixa inèrcia tèrmica
- Baix cost de l'instal·lació
- Absència d'aparells calefactores terminals
- Fàcil regulació

Com a **inconvenients**:

- Gran volum ocupat pels conductes
- Major complexitat en el càlcul de les instal·lacions, que pot derivar en problemes d'uniformitat en la temperatura ambient.

Es poden considerar tres modalitats, segons la procedència de l'aire que entra al generador:

*Tot aire exterior:* Consisteix en agafar tot l'aire de l'ambient exterior per a escalfar-lo amb el generador i repartir-lo a través de les canonades cap als locals a calefactar. És un sistema amb grans pèrdues tèrmiques, d'alt cost i amb el rendiment de l'instal·lació molt baix.

*Tot aire recirculat:* Aquest mètode és el de major rendiment, però el major problema és que al no tenir ventilació, l'aire es pot acabar viciant molt i arribar a ser inhabitable amb l'aparició de olors i fums.

*Aire exterior - Aire retorn:* Aquest al ser un híbrid dels dos anterior és el més adequat, ja que s'aconsegueixen rendiments tèrmics adients i nivells de salubritat convenients. Pot ser de circulació per gravetat o forçada, sent aquesta segona la més utilitzada. S'utilitzen ventiladors, conductes de menor mida que en el cas de la circulació per gravetat, i una sèrie de



filtres, reixetes i difusors distribuïts per les zones per a que la temperatura sigui el més uniforme possible.

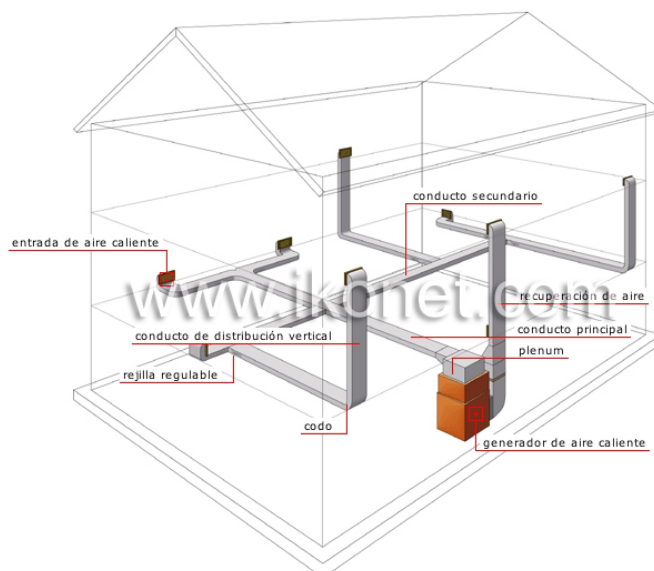


Figura 1.55. Instal·lació de calefacció per aire calent.

#### 1.9.1.8. Calefacció per vapor

La utilització d'aquest sistema és bastant escàs en instal·lacions petites o mitjanes. En aquesta instal·lació el fluid caloportador és el vapor d'aigua, normalment a baixa pressió, sent el seu funcionament anàleg al de les instal·lacions descrites anteriorment. El vapor quan passa pels aparells calefactors, després de cedir el seu calor latent, canvia d'estat i retorna a la caldera en estat líquid.

El vapor que es produeix a la caldera es enviat al distribuïdor principal per repartir-se en diferents columnes. Aquest distribuïdor ha de tenir una pendent sensiblement negativa (8-10%) per a que afavoreixi la conducció de la condensació.

Com que el vapor d'aigua és més lleuger que l'aire, la instal·lació s'ha de dotar d'un desaïejador, muntat al retorn, així com les vàlvules especials que impedeixin la sortida del vapor dels elements emissors, cosa que reduiria molt el rendiment tèrmic d'aquests.

Els principals **avantatges** són que els emissors són més petits que en el cas de la calefacció per aigua calenta, i els caudals són petits.

Un dels **inconvenients** més importants és que els emissors arriben a altes temperatures, més de 100° C, de manera que es poden produir cremades per contacte i la regulació de potència s'ha de fer des de cada emissor, ja que al fer-ho des de la sala de calderes, si es disminueix la temperatura no es crearia vapor. A més, com s'ha anomenat ja, els conductes no poden ser del tot horitzontals.



### 1.9.1.9. Calefacció per bomba de calor

Denominem bomba de calor a la màquina tèrmica que agafa calor d'un medi a baixa temperatura i la transmet a un altre medi que està a una major temperatura, sent el manteniment d'aquest últim el efecte desitjat.

Segons el funcionament, es poden distingir els següents tipus de bombes de calor:

*Reversibles*, aquest tipus pot produir calor o fred segons les necessitats, de manera que actua com a calefacció durant l'hivern i com a aire condicionat durant l'estiu.

*Tèrmiques* o irreversibles, en aquest cas solament poden produir calor, utilitzat en la producció d'aigua calenta sanitària o com a sistema de generació de calor a baixa temperatura per a la calefacció.

*Termofrigobombes*, si s'aprofiten simultàniament de la producció frigorífica en el evaporador i la calorífica en el condensador.

Un altre criteri de classificació és segons el medi d'origen i destí de l'energia, és un dels criteris més utilitzats.

*Bombes de calor aire-aire*: Són les més utilitzades, principalment en climatització.

*Bombes de calor aire-aigua*: S'utilitzen per a produir aigua freda per refrigeració o aigua calenta sanitària o per a calefacció.

*Bombes de calor aigua-aire*: Permeten aprofitar l'energia continguda a l'aigua dels rius, aigües residuals... Produeixen rendiments energètics millors que les que utilitzen aire exterior.

*Bombes de calor aigua-aigua*: Es diferencia en que els emissors són radiadors, fan-coils o terra radiant.

*Bombes de calor terra-aire, terra-aigua*: Aprofiten el calor contingut al terreny. Tenen un cost elevat i necessiten grans superfícies de terreny.

L'últim criteri important per a la classificació és segons la construcció. Poden ser *compactes*, *Split* o *Multi-Split*.

La major part de les bombes de calor treballen amb el cicle de compressió d'un fluid condensable. En l'evaporador la temperatura del fluid refrigerant es manté per davall de la temperatura de la font de calor (fons fred), d'aquesta manera el calor flueix de la font al fluid refrigerant propiciant l'evaporació d'aquest.

En el compressor, el vapor que surt de l'evaporador es comprimit elevant la seva pressió i temperatura.



El vapor calent accedeix al condensador. En aquest canviador, el fluid cedeix el calor de condensació al medi. Finalment, el líquid a altra pressió obtingut a la sortida del condensador s'expandeix mitjançant la vàlvula d'expansió fins assolir la pressió i temperatura de l'evaporador. En aquest punt el fluid comença de nou el cicle.

El compressor pot ser accionat per un motor elèctric o un motor de combustió, alimentat amb gas o algun combustible líquid.

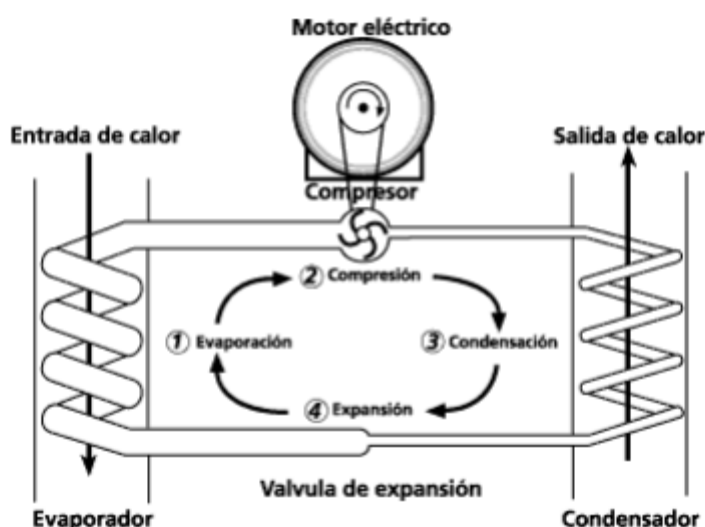


Figura 1.56. Funcionament bomba de calor amb motor elèctric.

#### Elements de la bomba de calor

**Compressor:** La seva missió és elevar la pressió del vapor refrigerant des d'una pressió d'aspiració a una pressió de descàrrega més alta. Es poden classificar en compressors volumètrics i compressors de desplaçament positiu, que poden ser alternatius o rotatius, i compressors centrífugs.

**Condensador:** Intercanviador de calor en el que es refrigerant, vapor a alta pressió i temperatura, es liqua, alliberant aquest calor a un medi més fred (aire o aigua). Es classifiquen segons si cedeixen el calor del fluid refrigerant a l'aire o a l'aigua.

**Evaporador:** Intercanviador de calor, al refrigerant, líquid a baixa pressió i temperatura que s'evapora absorbint calor d'un medi exterior més calent (aire o aigua). Existeixen multitud de tipus de evaporadors, variant la seva forma, construcció i aplicació. Segons l'estat del vapor del refrigerant a la sortida de l'evaporador, aquests es poden classificar en inundats, evaporadors d'aire i d'expansió seca.

**Dispositius d'expansió:** Són els dispositius que tenen la funció d'assegurar l'alimentació de refrigerant a l'evaporador en les condicions de pressió i temperatura apropiades, de manera que s'aprofiti la totalitat del evaporador.



*Altres dispositius:* hi han un seguit de dispositius (termòstats i pressòstats) de seguretat i control que aturen el compressor en aquells casos que s'estigui treballant fora de les condicions permeses. A més d'un conjunt de vàlvules, on la més significativa és la de 4 vies, que s'encarrega d'invertir el flux del refrigerant en les bombes de calor reversibles.

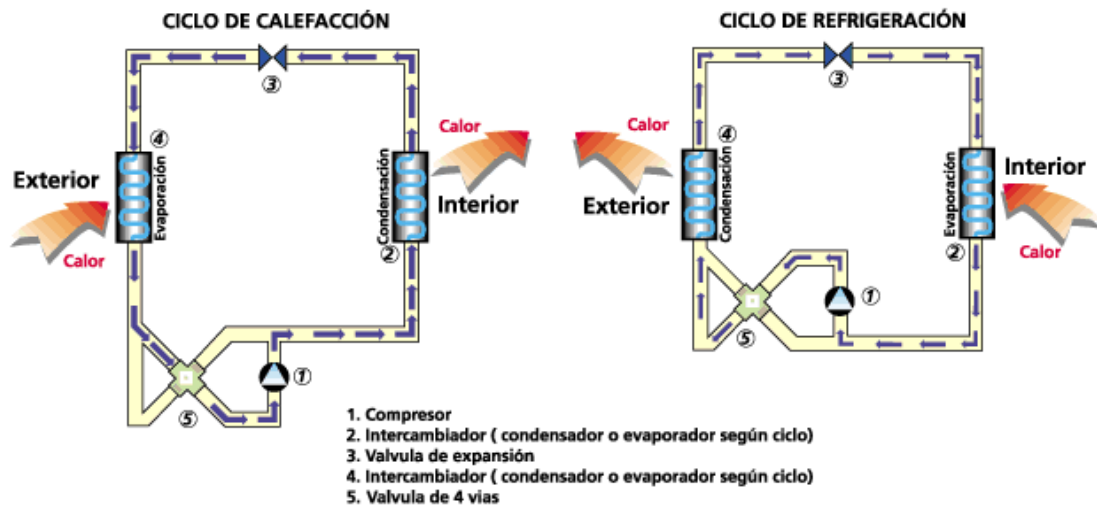


Figura 1.57. Funcionament d'una bomba de calor reversible en cicle de calefacció i refrigeració.

L'**avantatge** principal és el seu alt rendiment energètic doncs aporta fins a quatre vegades més del que consumeix. A més, combina molt bé amb altres sistemes i es poden programar amb facilitat. Les bombes de calor reversibles són equips de climatització, al poder generar fred o escalfor.

Els **inconvenients** més importants són: El alt cost inicial a l'hora d'instal·lar equips d'aquests, a temperatures baixes baixa el seu rendiment. Si s'utilitza electricitat per a fer funcionar el compressor, surt encara menys econòmic.



### 1.9.2. Sistemes de producció d'A.C.S.

L'objectiu principal d'un sistema de preparació d'Aigua calenta sanitària és que, en cada un dels punts de consum, es disposi en qualsevol moment del caudal necessari d'aigua calenta a la temperatura adequada.

#### 1.9.2.1. Classificació de les instal·lacions

Segons el criteri a seguir, es poden fer diferents classificacions. Segons el nombre d'unitats de consum, es poden dividir en *Unitàries*, *Individuals* i *Col·lectives*. Es refereix a la primera quan hi ha una sola unitat de consum, la segona quan s'atenen a diverses unitats d'un sol usuari, i finalment la tercera quan es disposen varies unitats amb diferents usuaris.

Un altre criteri és segons l'energia empleada, dividint-se en 5 subgrups: *Combustible* (sòlid, líquid o gasos), *Electricitat*, *Bomba de calor*, *Energia solar* i *aprofitament d'energies residuals*.

També es poden classificar segons els sistemes en que es pot fer la preparació de l'ACS. Hi han dos grans grups:

- Instantànies: Quan es prepara solament el caudal demanat en cada instant.
- Amb acumulació: Quan es prepara una determinada quantitat d'ACS prèviament al consum, on es acumulada a un dipòsit i posteriorment distribuïda.

Aquest serà el criteri que es seguirà a l'hora de descriure els diferents sistemes d'aigua calenta sanitària.

Si es classifiquen les instal·lacions de preparació d'ACS segons l'origen de l'energia utilitzada:

- Combustible (sòlid, líquid o gas)
- Electricitat, basades amb l'efecte Joule.
- Bomba de calor
- Energia solar per col·lectors
- Aprofitament d'energies residuals

La temperatura de l'aigua en la entrada del sistema de preparació és variable, variarà entre 5°C i 12°C, segons la zona climàtica.

Les condicions de preparació que ha de complir el sistema es reflexa a la Reglamentació IT.IC.04.8.2 "*Condiciones generales de preparación de l'ACS*". Aquesta especifica diferents punts.

L'aigua calenta es prepararà a una temperatura màxima d'acumulació de 58°C, però és aconsellable no acumular a més de 55°C. És convenient limitar aquesta temperatura per reduir la formació d'incrustacions calcàries sobre les superfícies calefactores i limitar les pèrdues de







Quan s'utilitzen calderes amb microacumulació, es disposa d'una aportació instantània d'aigua calenta sanitària al obrir l'aixeta evitant el desaprofitament d'aigua associat al temps d'espera dels equips instantanis.

Els equips tradicionals són econòmics.

Els principals **inconvenients** són: En general els sistemes són poc eficients, amb rendiments més aviat baixos. Exceptuant els sistemes amb microacumulació, el consum d'aigua és més elevat que en els d'acumulació.

### 1.9.2.3. Sistemes de producció per acumulació

En aquests sistemes, l'aigua calenta es manté en un dipòsit en el que surt quan hi ha una demanda d'aigua calenta, a mesura que es va consumint va sent reemplaçada per aigua freda procedent de la xarxa. L'aigua acumulada necessita uns minuts per assolir la seva temperatura de regim, però una vegada calenta, està disponible per a ser utilitzada el temps que es desitgi. D'aquesta forma s'aconsegueix que l'utilització simultània d'aixetes no afecti als caudals. Amb aquests sistemes s'obtenen rendiments superiors.

Tenint en compte la variabilitat de les necessitats d'aigua calenta, com major sigui el volum d'acumulació que incorpori el sistema, més flexible i segur serà el servei d'ACS proporcionat. L'escalfament de l'aigua en aquests sistemes es pot fer amb un intercanviador incorporat en el dipòsit o amb un intercanviador de plaques extern, aquest últim és el més utilitzat. El dipòsit es pot instal·lar separat, acoblat a un lateral, sobre o davall de la caldera.

Els dipòsits poden ser acumuladors o interacumuladors, aquests últims incorporen un intercanviador. L'ús d'intercanviadors s'ha de limitar a instal·lacions petites per que la potència que proporcionen està molt limitada per la superfície d'intercanvi, a més, presenten més problemes de neteja.

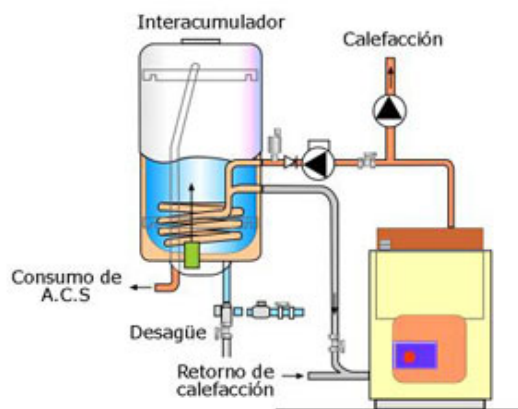


Figura 1.59. Sistema de producció ACS amb interacumulador.



L'**avantatge** principal d'aquest sistema és que l'aigua està acumulada a una temperatura pròxima a la del consum, això suposa un estalvi considerable d'aigua ja que al obrir l'aixeta, no hi ha temps d'espera. De la mateixa manera que el nivell de confort és major.

**Per contra**, els acumuladors són elements grans que ocupen bastant espai. L'acumulador i el sistema han de estar ben aïllats per evitar pèrdues de calor. A més, segons el volum de l'instal·lació es requerirà tractaments contra la possibilitat de legionel·losis.

#### Energia solar com a sistema de suport

Un dels sistemes de suport que són més adequats per a la preparació d'aigua calenta sanitària és l'aprofitament de l'energia solar mitjançant col·lectors solars. Es pot complementar amb pràcticament tots els sistemes de calefacció.

Un col·lector o captador solar és un generador que aprofita l'energia del Sol. Bàsicament consta d'una placa absorbent (generalment de coure) amb un tractament a la superfície, que és l'encarregada de captar la radiació solar transformant-la en calor i transmetent-la a un fluid caloportador.

El conjunt es cobreix amb una superfície de vidre solar (amb baixa reflexió), transparent a la radiació solar però opac a les radiacions infraroges que emet la placa, es genera un efecte hivernacle.

Existeixen diferents tipus de captadors en el mercat amb sistemes d'assemblatge que faciliten la feina de muntar diferents mòduls en bateria. Els més comuns són els captadors plans rectangulars, el circuit integrat a la placa, pel que circula l'aigua, té recorregut en serpenti. Entre la placa i el fons de la caixa s'intercala un material aïllant de fibra de vidre o escuma de poliuretà d'alta densitat.

Amb el mètode directe de calor generat pel captador, es transmet directament a l'aigua de consum, això significa que la mateixa aigua que passa pel col·lector és l'aigua calenta sanitària. Aquest és un mètode senzill i d'alt rendiment però tendeix a produir corrosió o incrustacions, a més de l'impossibilitat d'incorporar algun producte químic en l'aigua (per exemple algun tipus d'anticongelant).

Amb el mètode indirecte no s'obtenen tants bons rendiments, però no hi han els inconvenients del mètode directe. En aquest cas es disposen de dos circuits, el primari, que és tancat entre el captador i el intercanviador, i el secundari, el de consum. Aquests dos són independents entre sí, i sempre és possible tractar adequadament l'aigua que circula pel col·lector. Amb aquest mètode resulta imprescindible col·locar una bomba circulatòria en el circuit primari.



A continuació s'exposen els diferents tipus.

*Col·lector solar de placa plana:* Aquest tipus actua com un receptor que recull l'energia provinent del Sol i escalfa una placa. L'energia emmagatzemada de la placa és transferida al fluid. Aquests col·lectors disposen d'una coberta transparent de vidre o plàstic que aprofita l'efecte hivernacle, format per una sèrie de tubs de coure, els quals absorbeixen la radiació solar i la transmeten al fluid que travessa el seu interior.

*Col·lector d'aire:* Són col·lector plans, la seva principal característica és tenir com a fluid caloportador l'aire. No tenen una temperatura màxima límit i treballen millor en condicions de circulació normal. Per contra, disposen d'una baixa capacitat calorífica i el procés de transferència de calor entre placa i fluid és dolent.

*Col·lector de buit:* Van dotats d'una doble coberta evolvent, hermèticament tancada, aïllada de l'interior i de l'exterior on s'ha fet el buit. La seva finalitat és reduir les pèrdues per convecció. Són col·lectors menys econòmics i perden el buit al llarg del temps.

*Tubs de calor:* Disposen d'una simetria cilíndrica, formats per dos tubs concèntrics; un exterior de vidre i un interior pintat de negre. El fluid circula pel tub intern.

*Col·lectors cònics o esfèrics:* La seva principal característica és que constitueixen simultàniament la unitat de captació i de emmagatzematge. La superfície de captació és cònica o esfèrica amb una coberta de vidre. Amb aquesta geometria s'aconsegueix que la superfície il·luminada al llarg del dia, amb absència d'ombra, sigui constant. L'instal·lació és senzilla però presenten problemes d'estratificació d'aigua i la superfície útil és petita.

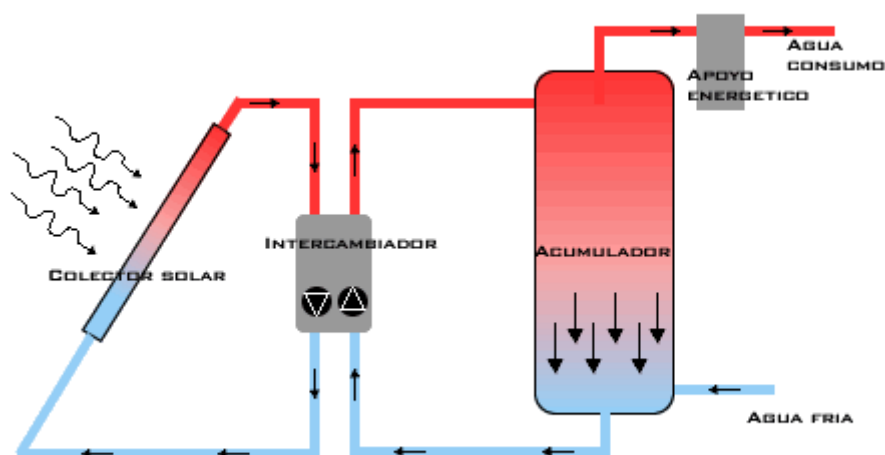


Figura 1.60. Sistema de ACS amb col·lector solar.



Un **avantatge** significatiu és el mediambiental, la captació d'energia solar és un procés net i ecològic que no emet fums ni pol·lució. A més, el Sol és una font d'energia inesgotable. També es redueixen els costos associats a l'escalfament d'aigua respecte a sistemes convencionals, ja que no depenen de cap combustible fòssil ni electricitat.

Entre els **inconvenients** estan: Inicialment requereix una forta inversió econòmica, però és pràcticament la única. L'eficiència energètica depèn en certa manera de les condicions exteriors.

Per finalitzar, en la majoria d'edificis, les instal·lacions d'energia solar tèrmica poden proporcionar entre un 50% i un 70% de l'aigua calenta demandada, la resta ha de ser suplerta per sistemes convencionals. En aquest cas, pot ser un avantatge o un inconvenient.

#### Elements d'un sistema ACS

*Escomesa d'aigua freda.* Canonada que enllaça l'instal·lació interior de l'edificació amb la xarxa de distribució d'aigua. Normalment sol portar incorporades les següents claus de maniobra:

- Clau de pas: Situada a l'unió entre l'instal·lació interior general i l'escomesa.
- Clau de presa: Situada a la canonada de la xarxa de distribució exterior, que obra pas a l'escomesa.
- Clau de registre: Col·locada sobre la canonada de l'escomesa a la via pública.

*Generador de calor:* És l'element o grup d'elements destinats a elevar la temperatura de l'aigua freda. Existeixen multitud de possibilitats d'elevar aquesta temperatura, normalment les instal·lacions de menor mida s'utilitzen calderes o escalfadors que actuen escalfant directament l'aigua que arriba des de l'escomesa. En les instal·lacions més grans s'usen intercanviadors de calor, diferenciant-se el circuit d'ACS del circuit d'aigua de la caldera.

*Xarxa de subministrament:* Conjunt de canonades que transporten l'aigua fins els elements terminals.

*Acumulador:* Aquest element s'ha descrit en l'apartat "Components de l'instal·lació" en el capítol Calefacció convencional per aigua calenta.

*Elements terminals:* Són les aixetes i dutxes.

*Circuit de retorn:* En les instal·lacions centralitzades i individuals (de canonada igual o més llarga de 15 m) és la xarxa de canonades que transporten l'aigua de tornada, des dels punts més allunyats de la xarxa de subministrament fins l'acumulador. Per forçar que l'aigua circuli en la direcció desitjada, s'ha de col·locar una bomba de circulació.



## 1.10. Selecció del sistema de calefacció

### 1.10.1. Comparació dels diferents sistemes de calefacció

En aquest apartat, després de la descripció de tots els sistemes de calefacció, es fa una síntesi dels més importants especificant diferents avantatges, inconvenients i punts importants de cada un. Per una millor comparació, els punts es classifiquen segons les diferents temàtiques que s'han considerat més importants:

Característiques generals, on es defineixen les propietats de l'instal·lació més genèriques que no es poden incloure en cap dels altres apartats de classificació. Dins d'aquest grup s'incorporen temes referents a la distribució de temperatures generat per la calefacció, la facilitat d'implementació de l'instal·lació, la programació, alguns aspectes de la salut, possibles opcions d'instal·lació, etc.

Contaminació, tant contaminació atmosfèrica resultant de les combustions com altres tipus de contaminacions com la contaminació acústica.

Cost, tant els costos inicials dels equips emissors de calor i de la instal·lació com els costos dels combustibles que consumeix el sistema.

Manteniment, s'especifica el manteniment de cada instal·lació així com les neteges dels diferents elements que s'han de dur a terme per a una bona conservació de l'equip i els purgats d'aire.

Eficiència energètica, en aquest apartat s'especifiquen els rendiments que tenen els diferents sistemes a l'hora de produir energia, a part de si són instal·lacions eficients alhora energèticament i econòmicament.

Seguretat, hi han els punts referents a la seguretat segons el combustible que es cremi, o la temperatura dels emissors, etc.

Altres, en aquest apartat s'han incorporat els aspectes que no entren a cap categoria anterior, com per exemple l'estètica del sistema, canals de distribució del combustible en qüestió, si el combustible és o no limitat, etc..

Per a determinar el millor sistema s'elaborarà una taula on s'avaluarà del 0 al 10 els aspectes més importants de cada calefacció, on el 0 és la pitjor puntuació. Aleshores, es farà una mitjana ponderada de tots els punts de cada classificació, sent el que tingui una puntuació més elevada, el sistema elegit. No tots els aspectes són igual d'importants, d'aquesta manera s'ha determinat de fer-ho de la següent forma: S'han omès de puntuació l'apartat de "Característiques generals" i "Altres" al ser temes poc concrets i massa generals. Dels restants, la contaminació se li dona un 15% de la puntuació, l'apartat de cost un 45 %, dividint entre cost del combustible / energia (20%) i cost de l'instal·lació (25%), el manteniment un 10%, i l'eficiència energètica i la seguretat un 15% cada una.



#### 1.10.1.1. Bomba de calor

Característiques generals	<ul style="list-style-type: none"><li>• Alguns equips de bomba de calor permeten la climatització integral i la generació d'aigua calenta.</li><li>• Tenen capacitat calorífica limitada</li><li>• Comodat en la programació i facilitat d'ampliacions o adaptacions posteriors.</li><li>• Tenen diferents opcions d'instal·lació: Consola, Split, multisplit i sistemes de distribució.</li><li>• A temperatures molt baixes el rendiment d'aquests equips disminueix.</li><li>• Les bombes de calor reversibles actuen a mode de calefacció a l'hivern i refrigeració al estiu.</li></ul>
Contaminació	<ul style="list-style-type: none"><li>• Les bombes de calor al consumir tres vegades menys que un calefactor o una caldera, i al no emetre gasos de combustió a l'atmosfera si utilitzen electricitat, cuiden el medi ambient.</li><li>• Al dur incorporat un ventilador (algunes bombes de calor), el soroll resultant pot arribar a ser molest.</li></ul>
Cost	<ul style="list-style-type: none"><li>• És una instal·lació immediata però el equip resulta menys econòmic que les instal·lacions convencionals.</li><li>• L'electricitat és una energia cara i el seu preu fluctua.</li><li>• L'elevada eficiència energètica té com a conseqüència un gran estalvi de costos de electricitat.</li><li>• Aquest tipus d'instal·lacions reben subvencions.</li></ul>
Manteniment	<ul style="list-style-type: none"><li>• Les bombes de calor no necessiten un manteniment constant, solament requereixen una neteja de filtres cada cert temps ja que l'equip conta amb un circuit tancat que evita fugues.</li></ul>
Eficiència energètica	<ul style="list-style-type: none"><li>• Disposa d'una alta eficiència energètica, produeix fins a quatre vegades més de l'energia que consumeix.</li></ul>
Seguretat	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pot anar amb electricitat o amb combustibles gasosos i líquids. Depenent de cada combustible, tindran els riscos lligats al consum d'aquests.</li></ul>
Altres	<ul style="list-style-type: none"><li>• Combina molt bé amb altres sistemes com terra radiant o energia solar.</li><li>• Necessitat de col·locació d'una unitat exterior a la façana o balcó.</li></ul>



### 1.10.1.2. Energia elèctrica directa

Característiques generals	<ul style="list-style-type: none"> <li>Els emissors són fàcils de instal·lar.</li> <li>La distribució de temperatures en funció de l'altura és pitjor que en el cas del terra radiant i de la mateixa manera, també hi han espais freds i calents al llarg del local.</li> <li>Es generen corrents d'aire a causa de la convecció.</li> <li>Normalment la regulació dels horaris de calefacció es fa de forma manual, encara que hi han alguns models que es poden programar.</li> <li>És un sistema amb gran inèrcia calorífica de manera que és lent a l'hora de calefactar un local.</li> </ul>
Contaminació	<ul style="list-style-type: none"> <li>L'electricitat és un sistema net en el lloc on es consumeix, ja que no genera fums ni olors ni emissions de CO<sub>2</sub>, però en el punt de producció d'aquesta energia sí que s'ha contaminat, de manera que encara que sembli un sistema net, esta lluny de ser-ho.</li> <li>En el cas d'un sistema de calefacció directa, els emissors són silenciosos menys en el cas dels ventiloconvectors.</li> </ul>
Cost	<ul style="list-style-type: none"> <li>El principal problema és que els emissors generen calor a partir de l'efecte Joule sempre que estiguin connectats, no tenen capacitat d'acumular energia. Estan en constant funcionament. Això significa que consumeixen electricitat durant les hores on aquesta té un cost més elevat.</li> <li>La electricitat és l'energia més cara.</li> <li>Amb l'absència de conductes, sala de caldera, caldera, xemeneia.. L'instal·lació en conjunt no és costosa.</li> <li>Cal afegir que si es té una gran quantitat d'emissors, possiblement s'haurà d'augmentar la potència contractada.</li> </ul>
Manteniment	<ul style="list-style-type: none"> <li>Té molt poc o nul manteniment.</li> </ul>
Eficiència energètica	<ul style="list-style-type: none"> <li>El rendiment és molt elevat, pel que s'aprofita tota l'energia elèctrica que es consumeix.</li> <li>Al tenir una gran inèrcia tèrmica, els emissors necessiten un interval llarg de temps per a assolir la temperatura de confort, d'aquesta manera el sistema perd eficiència ja que els emissors estan constantment funcionant i consumint.</li> </ul>
Seguretat	<ul style="list-style-type: none"> <li>És segura. Únicament pot donar-se el cas de curtcircuit o enrampada.</li> <li>Els emissors no assoleixen temperatures molt elevades, però en algun cas desfavorable podrien ocasionar algun dany, i millor no col·locar objectes ni mobiliari en contacte amb els emissors.</li> </ul>
Altres	<ul style="list-style-type: none"> <li>No exigeix instal·lacions complicades ni espais dedicats a aquestes, tal com calderes, dipòsit de combustible, xemeneies..</li> <li>L'electricitat és una energia que sempre esta disponible</li> <li>Els emissors es poden col·locar en qualsevol lloc.</li> </ul>



### 1.10.1.3. Energia elèctrica d'acumulació i mixta

Característiques generals	<ul style="list-style-type: none"><li>• Els emissors tenen una fàcil instal·lació i fàcil programació del sistema, estipulant les hores de càrrega i de descàrrega</li><li>• La distribució de temperatures en funció de l'atura és pitjor que en el cas del terra radiant i de la mateixa manera, també hi han espais freds i calents al llarg del local.</li><li>• Es generen corrents d'aire a causa de la convecció.</li><li>• És un sistema amb gran inèrcia calorífica de manera que és lent a l'hora de calefactar un local.</li></ul>
Contaminació	<ul style="list-style-type: none"><li>• L'electricitat és un sistema net en el lloc on es consumeix, ja que no genera fums ni olors ni emissions de CO<sub>2</sub>, però en el punt de producció d'aquesta energia sí que s'ha contaminat, de manera que encara que sembli un sistema net, esta lluny de ser-ho</li><li>• Els acumuladors dinàmics disposen de ventiladors al seu interior que ocasionen sorolls.</li></ul>
Cost	<ul style="list-style-type: none"><li>• La electricitat és l'energia més cara.</li><li>• Els costos energètics són molt menors degut a les tarifes nocturnes.</li><li>• Amb l'absència de conductes, sala de caldera, caldera, xemeneia.. L'instal·lació en conjunt no és costosa.</li><li>• Si es compara amb el sistema directe, els equips acumuladors tenen un cost més elevat.</li><li>• S'estalvia més amb una instal·lació mixta, que amb una instal·lació elèctrica d'acumulació.</li></ul>
Manteniment	<ul style="list-style-type: none"><li>• Té molt poc o nul manteniment. Solament mantenir la reixeta de ventilació neta i lliure de pols o impureses.</li></ul>
Eficiència energètica	<ul style="list-style-type: none"><li>• Els acumuladors estàtics tenen més pèrdues a l'ambient que els dinàmics, part de l'energia que s'acumula es dissipa de forma incontrolada durant la càrrega.</li></ul>
Seguretat	<ul style="list-style-type: none"><li>• És segura. Únicament es pot donar el cas de curtcircuit o enrampada.</li><li>• Durant la càrrega els acumuladors assoleixen temperatures altes.</li><li>• Per seguretat millor no col·locar objectes ni mobiliari en contacte amb els emissors.</li></ul>
Altres	<ul style="list-style-type: none"><li>• No exigeix instal·lacions complicades ni espais dedicats a aquestes, tal com calderes, dipòsit de combustible, xemeneies..</li><li>• L'electricitat és una energia que sempre està disponible</li><li>• Els emissors es poden col·locar en qualsevol lloc sempre i quan hi hagi un endoll a prop.</li></ul>





#### 1.10.1.4. Terra radiant. Elèctric i aigua

Característiques generals	<ul style="list-style-type: none"><li>• Un dels majors avantatges és la distribució de temperatures que genera al local, essent la que més s'aproxima a l'ideal. Això fa que sigui confortable.</li><li>• És un sistema amb una gran inèrcia tèrmica i és ideal per a climes freds on el funcionament és constant</li><li>• És ideal per a combinar-lo amb energies renovables com per exemple la energia solar degut a la baixa temperatura requerida.</li><li>• Es poden col·locar cronotermòstats digitals i fer una programació de la calefacció amb una total independència en les diferents estàncies.</li></ul>
Contaminació	<ul style="list-style-type: none"><li>• No resseca l'ambient ni les mucoses nasals, és molt recomanable per a persones al·lèrgiques ja que no aixeca pols.</li><li>• No existeix problemes de olors i corrents d'aire. Desapareix el problema d'ennegritment de parets i sostres.</li><li>• És un sistema silenciós.</li><li>• En el cas del terra radiant per cable calefactor, com que utilitza electricitat, no genera contaminació atmosfèrica.</li></ul>
Cost	<ul style="list-style-type: none"><li>• El cost inicial és bastant major en comparació dels sistemes tradicionals, encara que s'ha de tenir en compte l'amortització amb el pas del temps.</li><li>• Amb terra radiant, respecte a altres sistemes de calefacció, és possible tenir un estalvi energètic d'un 10% a un 30%.</li></ul>
Manteniment	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pràcticament no té manteniment en el cas de terra radiant elèctric. El terra radiant per aigua calenta tindrà el manteniment de la caldera, cremador...</li><li>• Si hi hagués una averia en el cable calefactor o les canonades soterrades, suposaria aixecar el terra i això seria costós.</li></ul>
Eficiència energètica	<ul style="list-style-type: none"><li>• Té una elevada eficiència energètica ja que no ha d'escalfar tot el volum d'aire i a més, treballa a baixes temperatures.</li></ul>
Seguretat	<ul style="list-style-type: none"><li>• Al no haver elements emissors en contacte amb les persones, es redueix el risc de cremades o ferides.</li><li>• El terra radiant disposa de termòstats per a limitar la temperatura</li></ul>
Altres	<ul style="list-style-type: none"><li>• És un sistema per a construccions noves.</li><li>• No necessita emissors al local, d'aquesta manera deixa més espai útil.</li><li>• El increment d'espessor del paviment pot ser un problema si l'altura és limitada.</li><li>• És un sistema lent, arribar a la temperatura de confort pot tardar fins a 5 hores. En general, és més lent el sòl radiant hidràulic.</li></ul>



#### 1.10.1.5. Energia solar

Característiques generals	<ul style="list-style-type: none"><li>• Els col·lectors solars no funcionen per la nit, i durant el dia pateixen fluctuacions de l'intensitat de la radiació solar. Passa el mateix en les diferents estacions de l'any.</li><li>• Moltes vegades s'ha de complementar aquest sistema amb altres, sent aquest de suport.</li><li>• Els col·lectors d'energia solar no requereix ocupar cap espai addicional, doncs pot instal·lar-se en teulats, però sí que necessiten molt espai útil per a produir l'energia en comparació a altres sistemes.</li></ul>
Contaminació	<ul style="list-style-type: none"><li>• No emet gasos perjudicials per la salut ni gasos d'efecte hivernacle.</li><li>• És un sistema silenciós.</li></ul>
Cost	<ul style="list-style-type: none"><li>• Inicialment requereix una forta inversió econòmica, però és pràcticament la única. No requereix cap combustible pel seu funcionament.</li><li>• A mesura que la tecnologia evolucioni, s'anirà tornant un sistema més barat. Tot el contrari que els combustibles fòssils.</li></ul>
Manteniment	<ul style="list-style-type: none"><li>• Els sistemes de captació solar que es solen utilitzar són de fàcil manteniment, reduint aquest en la comprovació de l'estanquitat a l'aigua de pluja del panell i dur a terme una sèrie de comprovacions visuals.</li></ul>
Eficiència energètica	<ul style="list-style-type: none"><li>• Actualment hi ha sistemes amb millor rendiment que aquest, però és un sistema amb constant evolució.</li><li>• La eficiència depèn directament de les condicions exteriors.</li></ul>
Seguretat	<ul style="list-style-type: none"><li>• És segura al tractar-se d'un sistema que no ha de combustionar cap material per obtenir l'energia necessària per a l'escalfament del fluid caloportador.</li></ul>
Altres	<ul style="list-style-type: none"><li>• És una font inesgotable d'energia ja que prové del Sol, no com els combustibles fòssils.</li></ul>



#### 1.10.1.6. Calefacció convencional combustible gas natural

Característiques generals	<ul style="list-style-type: none"><li>• Un dels principals avantatges és el subministrament continu, no es necessari un espai d'emmagatzament.</li><li>• Permet regular el consum al disposar d'un comptador i un termòstat. Es pot regular i programar la temperatura desitjada.</li><li>• El poder calorífic del gas natural és menor que la del gasoil C però segueix sent suficientment elevat per a garantir una aportació de calor a l'instal·lació ràpida.</li></ul>
Contaminació	<ul style="list-style-type: none"><li>• El procés de combustió del gas natural és dels més nets i dels que menys contamina, però no s'ha d'obviar que es tracta d'un combustible fòssil. Emet vapor d'aigua i en baixes quantitats, CO<sub>2</sub>.</li></ul>
Cost	<ul style="list-style-type: none"><li>• El gas natural com a combustible és més barat que el gasoil o la electricitat.</li><li>• Les calderes de gas solen ser menys econòmiques que calderes d'altres combustibles.</li><li>• En el cas del gas natural, el client paga a la companyia el que ha consumit i això ajuda a mantenir un control.</li></ul>
Manteniment	<ul style="list-style-type: none"><li>• Les calderes de gas requereixen revisions periòdiques per l'empresa instal·ladora autoritzada i una neteja de la caldera anual.</li></ul>
Eficiència energètica	<ul style="list-style-type: none"><li>• Les calderes de gas solen destacar per la seva eficiència tant en el ús de l'energia com amb l'emissió de gasos.</li></ul>
Seguretat	<ul style="list-style-type: none"><li>• El gas pot ser perillós si no es manté de forma adequada. És altament inflamable i incolor, és fa difícil detectar-lo si hi ha una fuga</li><li>• S'incorpora additiu que el dota d'olor característica i d'aquesta manera es pot percebre.</li><li>• Les calderes de gas solen ser menys segures que les de gasoil.</li></ul>
Altres	<ul style="list-style-type: none"><li>• El gas natural és un combustible fòssil i, com a tal, és un recurs no renovable. Encara que no hi ha una amenaça imminent d'esgotar els subministres de gas natural, existeix sol una quantitat finita disponible.</li><li>• Hi ha llocs que no arriba el subministrament de gas natural. En aquests casos s'haurà d'implementar un altre tipus de calefacció.</li></ul>



#### 1.10.1.7. Calefacció convencional combustible gasoil

Característiques generals	<ul style="list-style-type: none"><li>• En conjunt és un sistema barat i fàcil d'implementar. El gasoil al tenir un gran poder calorífic, les calderes escalfen més ràpidament que altres sistemes de calefacció.</li><li>• Aquest tipus de combustible, al no provenir d'una xarxa, ha de ser comprat, transportat i emmagatzemat.</li><li>• Els equips de les instal·lacions de calefacció amb caldera de gasoil són propensos a tenir una major durabilitat.</li></ul>
Contaminació	<ul style="list-style-type: none"><li>• Consumeixen menys quantitat de combustible al cremar més lentament, d'aquesta manera es produeixen menys gasos i a més la crema de gasoil no genera monòxid de carboni. Però està lluny de ser un sistema net, genera altres gasos nocius amb la seva combustió al provenir del petroli.</li><li>• Hi ha sistemes molt menys contaminants, com és el cas dels que utilitzen energies renovables.</li></ul>
Cost	<ul style="list-style-type: none"><li>• El preu de les calderes de gasoil sol ser menor que els altres tipus de calderes. A més els costos de manteniment de l'instal·lació, al tenir una major longevitat, són menors.</li><li>• El preu del gasoil està subjecte a fluctuacions del mercat i la tendència sol ser a l'alça. Segueix sent més barat que l'electricitat, però més car que el gas natural o els pèl·lets.</li></ul>
Manteniment	<ul style="list-style-type: none"><li>• La crema de gasoil deixa residus i si aquests no es treuen, pot afectar al rendiment de l'instal·lació. És recomanable, una vegada a l'any, netejar tots els elements que aquestes impureses puguin arribar a saturar.</li></ul>
Eficiència energètica	<ul style="list-style-type: none"><li>• Les calderes de gasoil comparades amb les de gas no són tant eficients en el ús de l'energia ni amb la emissió de gasos produïts per la combustió.</li></ul>
Seguretat	<ul style="list-style-type: none"><li>• Les calderes de gasoil funcionen a temperatures baixes i d'aquesta manera disminueix el risc d'explosió.</li></ul>
Altres	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aquestes calderes es poden instal·lar a qualsevol punt geogràfic, almenys d'Espanya, ja que arriba fàcilment a tots els punts del territori. Altres tipus de calefaccions sols estan disponibles en determinades poblacions.</li><li>• El Gasoil C no serveix per a la cuina, que necessita un altre tipus de combustible</li></ul>



#### 1.10.1.8. Calefacció convencional combustible biomassa

Característiques generals	<ul style="list-style-type: none"><li>• La biomassa té menor densitat energètica que el gas o combustibles derivats del petroli.</li><li>• Els canals de distribució de la biomassa no estan tant desenvolupats com els dels combustibles fòssils.</li><li>• Les calderes de pèl·lets estan automatitzades i autoregulen el flux de pèl·lets i la potència de treball.</li><li>• Pel que fa als pèl·lets, es poden emmagatzemar el temps que es cregui necessari però en un lloc sec on no pugui agafar humitat.</li><li>• S'ha de tenir un lloc per a emmagatzemar el combustible.</li></ul>
Contaminació	<ul style="list-style-type: none"><li>• La crema de pèl·lets no és tòxica, però es creen residus com per exemple cendres, sutge..</li></ul>
Cost	<ul style="list-style-type: none"><li>• Els pèl·lets de fusta tenen un preu molt inferior als combustibles convencionals, fins a quatre vegades més barat.</li><li>• Els sistemes d'alimentació de combustible i eliminació de cendres són més complexos i requereixen majors costos d'operació i manteniment.</li><li>• El preu d'aquest combustible és estable i no es veu afectat per l'augment progressiu que sofriran els combustibles derivats del petroli o gas.</li><li>• La inversió inicial és major que en altres instal·lacions de calefacció convencional.</li></ul>
Manteniment	<ul style="list-style-type: none"><li>• S'haurà de netejar les cendres acumulades un cop per setmana.</li><li>• Anualment s'efectuarà una neteja a fons dels diferents conductes de l'equip.</li></ul>
Eficiència energètica	<ul style="list-style-type: none"><li>• Els rendiments de les calderes de biomassa són inferiors en comparació a les calderes de combustible fòssil líquid o gasos.</li></ul>
Seguretat	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aquest tipus de calderes no presenten risc d'explosió.</li><li>• No produeix olors ni risc per a la salut en cas de fuga.</li></ul>
Altres	<ul style="list-style-type: none"><li>• És una font d'energia inesgotable.</li></ul>



### 1.10.2. Taula comparativa i anàlisi de solucions

En la Taula 1.45 es reflecteixen els sistemes de calefacció més importants descrits anteriorment, on s'han avaluat els aspectes de l'instal·lació més importants. En les primeres dos columnes hi ha els sistemes elèctrics, en la tercera la bomba de calor, en la 4a i 5a columna els terres radiants, posteriorment l'energia solar i els tres últims són els sistemes de calefacció convencional per aigua calenta.

En la última fila hi ha la puntuació total de cada tipus d'instal·lació, calculada a partir dels valors percentuals definits anteriorment de cada aspecte (taula 6).

Aspecte	Valor percentual
Contaminació	15%
Cost combustible/energia	25%
Cost inicial instal·lació	20%
Manteniment	10%
Eficiència energètica	15%
Seguretat	15%

Taula 1.44. Valors percentuals dels aspectes triats en l'anàlisi.

	Elèctrica		Bomba Calor	Terra radiant		Energia Solar	Calefacció convencional		
	Elèctrica Directa	Elèctrica Acumulació		Cable Calefactor	Tubs aigua		Caldera Pèl·lets	Caldera Gasoil	Caldera Gas Natural
Contaminació	5	5	6	6	7	9	9	4	5
Cost combustible / energia	0	3	6	1	8	9	8	4	7
Cost inicial instal·lació	8	6	3	0	0	0	4	5	6
Manteniment	9	8	6	8	5	5	4	5	5
Eficiència energètica	4	7	10	7	7	0	6	6	7
Seguretat	7	7	8	10	7	9	7	6	5
<b>TOTAL ponderat</b>	<b>5,05</b>	<b>5,75</b>	<b>6,3</b>	<b>4,5</b>	<b>5,65</b>	<b>5,45</b>	<b>6,5</b>	<b>4,9</b>	<b>6</b>

Taula 1.45. Resultats de cada tipus d'instal·lació en l'anàlisi per aspectes.



La Figura 1.61 és la representació de la Taula 1.45, es poden observar gràficament les puntuacions de cada sistema de calefacció, on cada línia de diferent color és un aspecte, com està indicat a la llegenda del gràfic.

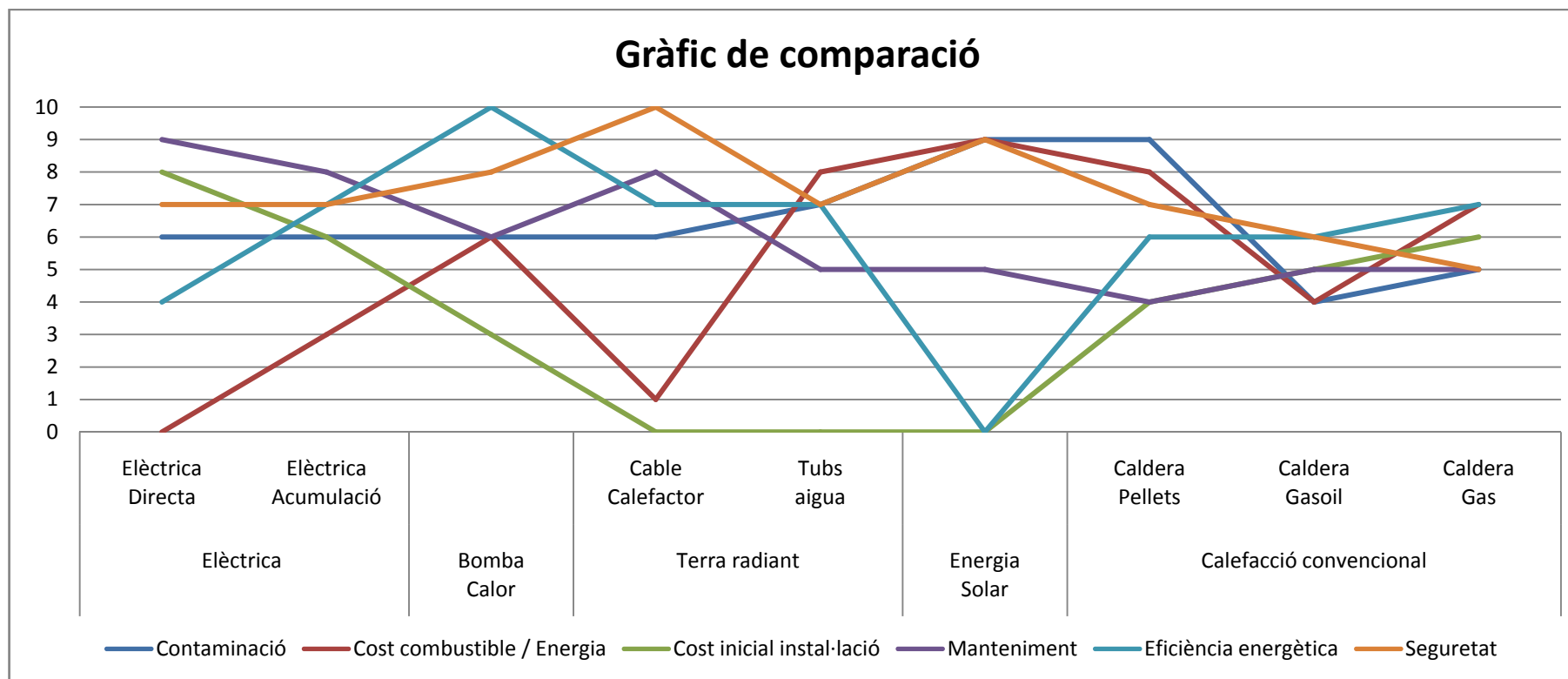


Figura 1.61. Representació gràfica dels resultats en l'anàlisi per aspectes.



Per a simplificar els resultats, s'ha representat una nova gràfica (Figura 1.62) on s'indica solament les puntuacions finals de cada sistema, indicant en cada cas la puntuació adquirida.

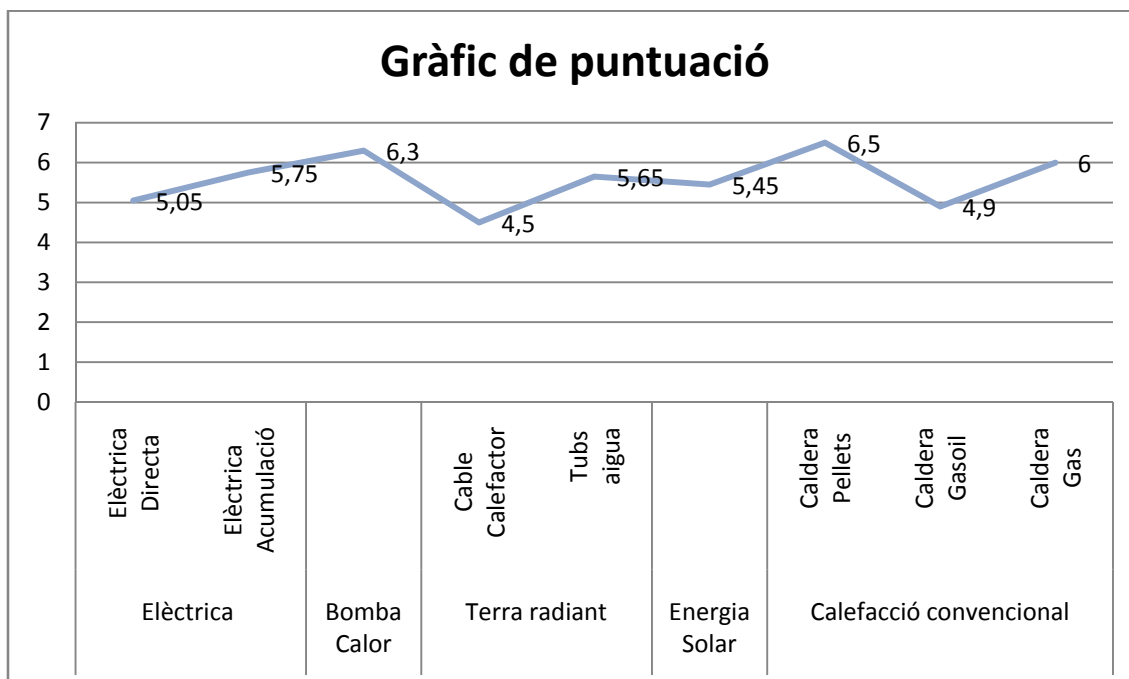


Figura 1.62. Representació gràfica dels resultats totals en l'anàlisi per aspectes.

### Calefacció elèctrica

Actualment a l'edifici esta implementat aquest sistema de calefacció juntament amb el d'acumulació. Un dels punts més negatius és el cost de l'electricitat. Pel que fa a la directa, l'electricitat es consumeix en l'horari més car, i constantment els emissors consumeixen transformant l'electricitat en calor. Per suposat és un sistema amb baix cost d'instal·lació i poc manteniment, però és una de les pitjors solucions a l'hora de calefactar un local.

L'instal·lació elèctrica per acumulació és una millor alternativa, al poder acumular energia durant les hores de menor cost com les nocturnes, fa que el cost s'abarateixi considerablement, fent així el sistema més eficient. Però l'electricitat és l'energia més cara i segueix sent desaconsellable, a més, els equips acumuladors són més costosos.

La contaminació mediambiental és un altre punt a destacar, encara que en el punt de consum no sigui gens contaminant, hi ha la falsa creença que és una energia neta i no es veritat. Per produir energia elèctrica es consumeixen recursos o s'alteren grans extensions de terreny i resulta molt contaminant nociu pel medi ambient.





### Bomba de calor aerotèrmica

La bomba de calor analitzada és la impulsada amb energia elèctrica, ja que és la més utilitzada i comú. Comparteix els problemes de l'electricitat com a font energètica, encara que no genera calor pel efecte Joule. És una alternativa bona al ser el sistema amb major rendiment dels proposats. El seu COP varia entre 2,5 i 4,5, d'aquesta manera genera més energia tèrmica que energia elèctrica consumida. El principal inconvenient és el elevat preu dels equips.

### Terra radiant

Les dos modalitats s'han estudiat per separat, el terra radiant per cable calefactor que escalfa per efecte Joule i el terra radiant per aigua calenta. En el cas del primer, al utilitzar electricitat fa que sigui poc econòmic, però a nivell de seguretat i manteniment està per sobre del seu homòleg. En el cas del segon, el cost del combustible depèn del sistema que es tingui, pot ser gas, líquid o sòlid. S'ha agafat el més econòmic, concretament el combustible sòlid Pèl·lets.

La raó més determinant per descartar el sistema és el del preu de l'instal·lació, com que el edifici a estudiar no és de obra nova, s'hauria d'aixecar el paviment de totes les zones a calefaccionar per incorporar el cable o les canonades. Aquest és un sistema per a obres noves, sent poc viable econòmicament implementar-ho a edificis d'obra vella.

### Energia solar

L'instal·lació de calefacció per col·lectors solars té beneficis indiscutibles com ara que no necessita combustible ja que s'aprofita de l'energia solar i a més és el sistema més respectuós amb el medi ambient. Però com s'ha explicat al capítol de tipus de calefaccions, no pot ser el únic sistema sinó que és necessari que un altre sistema de calefacció el recolzi. Per aquest motiu és inviable que una instal·lació solar tèrmica aporti l'energia necessària al sistema per assumir les pèrdues de càrrega i escalfar l'aigua d'ACS.

### Calefacció convencional

La calefacció convencional consta d'una xarxa de canonades per les qual passa aigua com a fluid caloportador escalfada en una caldera. Per aquest motiu, en el cas dels pèl·lets, gasoil o gas, el cost de l'instal·lació serà aproximada en tots els casos. La diferència està en el cost de la caldera, on normalment les de biomassa són més costoses i les de gas són les més econòmiques.

Les principals avantatges estan en el preu del combustible. La biomassa al provenir de residus de fusta en forma de cilindres, no hi ha cap procediment costós en el procés d'extracció del material com els altres dos casos, d'aquesta manera s'abareteix el material. El gas natural és un combustible també relativament barat, al contrari que el gasoil.

Es troben diferències significatives en termes de contaminació també on per suposat la combustió de gasoil C, un derivat de petroli, és la que genera més contaminació ambiental al produir gasos nocius per la salut. El gas natural, encara que menys, també és contaminant. En



aquest sentit els pèl·lets són la millor alternativa al tenir una combustió molt neta i respectuosa amb el medi ambient i la salut humana.

Els altres aspectes de l'instal·lació com el manteniment, eficiència energètica i seguretat, al tractar-se de la mateixa instal·lació tenen diferències mínimes. L'aspecte més important d'aquests últims és el terme de la seguretat on el gas està per davall dels altres sistemes de calefacció convencional al poder produir-se fugues més perilloses al ser un gas incolor i pràcticament inodor.

### **1.10.3. Solució adoptada pel sistema de calefacció i ACS**

Segons les consideracions anteriors i després de l'anàlisi i estudi dels diferents sistemes, s'ha escollit un sistema de calefacció i un sistema de producció d'aigua calenta.

El sistema de calefacció que s'ha triat ha sigut una instal·lació de calefacció convencional amb una caldera que escalfarà el fluid a partir de la combustió de biomassa, en concret pèl·lets de fusta. Els emissors de calor seran radiadors d'aigua muntats en un sistema bitubular.

Els sistemes convencionals requereixen una instal·lació senzilla, per aquests motius són els més utilitzats. L'energia calorífica de la biomassa serà suficient per garantir l'aportació de calor que requerirà l'instal·lació. A més, la caldera de biomassa serà modulable i amb un volum d'aigua suficient que permetrà prescindir d'un dipòsit d'inèrcia per aprofitar el combustible romanent en la caldera un cop aquesta s'apagui i poder abastir una pujada de la demanda més ràpidament i de manera eficient. No s'instal·larà una sitja annexa a la caldera de grans dimensions ja que s'intentarà escollir una caldera amb una tremuja incorporada de suficients dimensions per dotar aquesta de combustible durant un període de temps acceptable sense recàrrega.

Per produir aigua calenta sanitària s'instal·larà un sistema de captació solar per col·lectors plans, aquest sistema tindrà un interacumulador per emmagatzemar aquesta aigua provinent del sistema solar. No hi ha necessitat de que aquest dipòsit tingui grans dimensions, ja que els alumnes estan a classe la majoria del temps i el servei d'aigua calenta és mínim. S'intueix que no es demanaran grans volums d'ACS en intervals curts de temps, però si en contra de tot pronòstic es genera una demanda molt gran d'aigua calenta sanitària, la caldera serà l'encarregada d'aportar l'energia necessària a l'acumulador, prioritzant el sistema d'ACS sobre el sistema de calefacció.



### **1.11. Descripció general de l'instal·lació**

Per la determinació del sistema de calefacció s'han definit i calculat les càrregues tèrmiques generals de l'edifici, així com de cada estància en els mesos freds de l'any. Segons dites pèrdues, s'ha especificat el nombre d'elements emissors tèrmics que s'han de posicionar en cada un dels locals, aquests emissors seran radiadors d'aigua calenta alimentats per una caldera de biomassa i a través d'un sistema de distribució al llarg de l'edifici.

Els radiadors portaran incorporats un purgador automàtic per l'extracció de l'aire romanent dins d'aquest i evitar disminucions de rendiment i sorolls, un detentor per l'equilibrat del cabal i poder treure el radiador sense necessitat de buidar l'instal·lació, una clau termostàtica i en els casos que sigui necessari, reduccions. Aquests emissors es col·locaran paral·lelament a la paret i estaran subjectes amb suports d'acer per alicatat. El sistema elegit ha sigut un sistema bitubular.

La caldera estarà ubicada a la sala de màquines, una sala annexa a l'edifici. Aquest generador de calor funcionarà amb biomassa, concretament amb pèl·lets. S'ha triat aquest combustible degut al baix preu, el gran poder calorífic que disposa i lo respectuós que és amb el medi ambient. La caldera disposa d'una sitja per l'abastiment automàtic de combustible, i a més, està totalment automatitzada. En l'interior té suficient aigua per no ser necessari un dipòsit d'inèrcia, la caldera mateixa actua com a tal.

L'aigua escalfada per la caldera es transmet a través d'un seguit de canonades que transcorren per l'edifici amb l'objectiu d'abastir els radiadors en les estàncies calefactades. Aquest sistema de distribució serà de canonades de coure i tots els accessoris com colzes, reduccions i Tes també de coure. La disposició és l'indicada en els respectius plànols, es col·locaran paral·lelament en les parets i les canonades d'anada i tornada estaran en la mateixa superfície. Els diàmetres de les canonades seran els indicats als annexes, on depenen directament del cabal circulant.

El sistema disposarà de les vàlvules necessàries per la regulació del cabal, vàlvules de seguretat, de purga, de seguretat, etc. A més del vas d'expansió tancat per absorbir la dilatació del fluid caloportador de l'instal·lació.

Es tractarà d'una instal·lació amb circulació forçada, on una bomba circulatòria impulsarà el fluid a través del sistema de distribució.

L'instal·lació de calefacció estarà controlada per un termòstat situat al distribuïdor de la planta baixa, d'aquesta manera es podrà controlar la temperatura, així com encendre o apagar el sistema.

La demanda d'ACS es garantirà amb energia solar tèrmica, un col·lector pla ubicat en la coberta de l'edifici aprofitarà l'energia de la radiació solar i la cedirà al circuit primari de l'instal·lació per on circularà la mescla de fluid anticongelant i aquest escalfarà amb serpentins d'intercanvi el dipòsit d'acumulació d'ACS ubicat en la sala de màquines. Aquest dipòsit tindrà



les dimensions necessàries per a abastir sense cap problema la demanda d'aigua calenta sanitària de l'edifici. La caldera de biomassa donarà suport al sistema d'ACS en el cas de que els col·lectors solars no puguin abastir les necessitats, i es donarà prioritat a la producció d'aquesta. De manera que si en un moment donat, es necessita energia per a la producció d'aigua calenta sanitària, la caldera deixarà de produir energia per l'instal·lació de calefacció i funcionarà a ple rendiment per escalfar el dipòsit d'ACS fins la temperatura de consigna de 60°C.

La centraleta solar s'encarregarà de controlar la temperatura del dipòsit interacumulador, la temperatura del fluid caloportador dels col·lectors, la bomba de circulació del circuit primari i l'electrovàlvula de 3 vies, que serà l'encarregada de dur aigua calenta al circuit de calefacció o cap al dipòsit d'ACS segons la prioritat de l'instant.

#### **1.11.1. Sistema de distribució**

El sistema de distribució del fluid caloportador cap als emissors serà bitubular, aquest sistema és una distribució on l'aigua que surt del generador de calor recorre per la canonada anomenada *d'anada* fins arribar als emissors de calor, generalment radiadors. L'aigua que surt dels radiadors a una temperatura aproximadament d'uns 20 °C menor, és conduïda de nou cap a la caldera per la canonada de *tornada*. És el sistema més utilitzat però es requereixen trams de canonada llargs. El retorn serà invertit, aquest tipus de retorn implica que el recorregut de l'aigua per cada un dels calefactores sigui aproximadament igual, fent que les pèrdues de càrrega i les aportacions calorífiques siguin similars.

El circuit d'anada transportarà l'aigua escalfada a una temperatura aproximada de 90°C des de la caldera cap als emissors, passant per tots, fins l'emissor més allunyat de la caldera. Cada un d'aquests emissors cedirà calor a l'ambient i l'aigua, amb una temperatura d'uns 70°C, tornarà pel circuit de tornada o de retorn. El diàmetre de les canonades variarà en funció del cabal de fluid caloportador que transportin, de manera que la canonada d'anada anirà reduint el diàmetre segons s'allunyi de la caldera, i la canonada de tornada, al tenir retorn invertit, també es reduirà de la mateixa manera.

#### **1.11.2. Canonades**

Les canonades componen el sistema de distribució. Aquests elements són els encarregats de distribuir l'aigua i cedir-la als radiadors, i també retornar l'aigua a la caldera per repetir el procés. Hi haurà una única xarxa de canonades, estesa per les estàncies de la planta baixa i de la primera planta. L'edifici no té grans dimensions, i totes les zones calefactades presentaran els mateixos horaris de funcionament, per aquest motiu no s'ha dut a terme cap partició de la xarxa de canonades.



Com s'ha especificat en l'apartat anterior, el diàmetre de les canonades estarà en funció del cabal, essent el més gran el tram que surt de la caldera fins la primera bifurcació (tram  $A_c - B_c$ ), aquest tram tindrà un diàmetre exterior de 28 mm. S'ha fet referència solament al tram del circuit d'anada, però el de tornada tindrà exactament el mateix cabal al tractar-se de retorn invertit. Els trams més petits són els de 10 mm de diàmetre exterior. Es pot observar tots els trams dividits en funció de les plantes amb els respectius diàmetres normalitzats elegits en l'apartat 2.2.2.3 l'Annex 2.

Les canonades estaran instal·lades paral·lelament a la paret com s'indica en el plànol nº9 i nº13, s'ha dissenyat la xarxa per a que no travessi cap porta i de la manera que hi hagin els menors accessoris possibles. Hauran de tenir un pendent mínim del 1% per a evitar que l'aire de l'interior de les canonades es quedi atrapat.

Les canonades i accessoris seran de coure, de la marca THISA o similar tal i com s'indica en el full d'especificació Nº 8.

#### **1.11.2.1. Aïllament dels conductes**

Les canonades que transportin aigua a una temperatura major de 40°C en els locals no calefactats duran un aïllament tubular flexible de la marca ISOCELL model M1 amb les característiques que es mostren en el full d'especificació Nº 9. Aquest aïllament serà necessari per mantenir la canonada aïllada de la temperatura ambient i evitar que es produeixin pèrdues tèrmiques significatives a través d'aquestes. En general, aquestes pèrdues globals no superaran el 4% de la potència màxima que transporta.

L'aïllament incorporat en cada canonada que ho requereixi tindrà el diàmetre exterior de la canonada en qüestió, ja que ha d'estar totalment acoblat i sense espais d'aire entremig de la canonada i l'aïllament.

#### **1.11.3. Emissors**

Els emissors tèrmics de l'instal·lació seran radiadors d'alumini, ja que presenten una bona resistència a la corrosió i a més, es poden dividir en unitats emissores (elements) per adaptar cada radiador a les necessitats tèrmiques de cada estància.

L'instal·lació ha estat dimensionada amb la premissa de que els radiadors són alimentats a una temperatura d'entrada d'aigua de 90°C i per una sortida de l'aigua del radiador a 70°C, el que suposa una temperatura mitja de 80°C.

Els locals calefactats estaran a una temperatura de confort de 21°C, de manera que el salt tèrmic dels radiadors serà de 59°C.



S'han escollit dos models diferents de radiadors de la marca BAXIROCA, el model JET i el model AV1800.

Els radiadors AV1800 són radiadors d'alumini verticals, que tenen l'avantatge de ocupar poc espai horitzontal, per aquest motiu s'han incorporat dos radiadors d'aquest model en el Distribuïdor 1, ja que aquest local disposa de poc espai útil a les parets.

En la resta d'estàncies es col·locaran radiadors horitzontals JET amb una quantitat determinada d'elements emissors en funció de les necessitats de cada local, tal i com es calcula i descriu en l'apartat 2.2.1 de l'Annex 2.

Les característiques tècniques dels dos models estan indicades en els fulls d'especificació Nº 2 i Nº 3.

Cada radiador disposa de:

- Una clau termostàtica de la marca BAXIROCA, sèrie NT Termostatzable, per la regulació del cabal que circula pels emissors. Els detalls d'aquesta clau es mostren en el full d'especificació Nº 6.
- Un detentor marca BAXIROCA model NT per soldar pas esquadra, per equilibrar l'instal·lació i poder fer el buidat de l'emissor sense necessitat de buidar l'instal·lació. Els detalls del detentor es mostren en el full d'especificació Nº 7.
- Un purgador automàtic marca BAXIROCA model PA5-1" D, pel purgat del possible aire dins de l'emissor. Els detalls d'aquest element es mostren en el full d'especificació Nº 4.
- Reduccions pels radiadors, aquests models de radiadors tenen unes connexions de 1", per dur a terme l'unió amb els circuits de canonades s'hauran incorporar aquests elements. Els detalls es mostren en el full d'especificació Nº 4.
- Suports d'acer per a mantenir els radiadors immòbils, per als models JET s'han escollit uns suports d'acer per alicatat model 081A, i pel model vertical AV1800 s'han escollit suports d'acer per alicatat AV 1800 S, ambdós de la marca BAXIROCA. Els detalls dels suports es mostren en el full d'especificació Nº 5.

Els elements dels radiadors s'han escollit tots d'una mateixa marca per evitar complicacions i incompatibilitats en el muntatge. Aquest emissors es col·locaran en parets lliures de obstruccions i sense proteccions, per no disminuir l'eficiència del propi radiador.



	LOCAL	Radiadors	Elements
Planta Baixa	Distribuïdor 1	D1-1	3
		D1-2	2
	Aula 1	A1-1	14
		A1-2	14
	Aula 2	A2-1	13
		A2-2	14
Primera Planta	Aula informàtica	AI-1	12
	Aula 3	A3-1	10
	Distribuïdor 2	D2-1	5
	Distribuïdor 3	D3-1	5
	Despatx	DE-1	8
	Aula Psicomotricitat	AP-1	10
		AP-2	10

Taula 1.46. Elements i radiadors de cada local en funció de les plantes.

#### 1.11.4. Sala de màquines

Es proposa adequar el magatzem annex a l'edifici per a que faci la funció de sala de màquines, en aquest local hi haurà la caldera i el interacumulador com a elements principals, a més, de tot el connexionat, centraleta solar i valvuleria corresponent.

Segons el RITE, es considera sala de màquines al local tècnic on s'allotgen equips amb potència superior a 70 kW, i aquests hauran de complir unes característiques de dimensionament i seguretat indicades en dita reglamentació, però els elements del present projecte no assoleixen aquesta potència, de manera que **aquest local no estarà subjecte a les condicions exposades pel RITE.**

De totes maneres es farà referència a aquest local com a sala de màquines o sala de caldera.

S'ha intentat que la distribució sigui la més òptima possible, intentant complir amb els requeriments de seguretat mínims i que facilitin les tasques de manteniment i inspecció. Els dos elements tindran una distància de seguretat entre sí pels motius anteriors, seran fàcilment accessibles, i el local disposarà de ventilació natural de l'exterior.

La caldera estarà separada de la paret 20 cm i 77 cm del dipòsit. Per la part posterior estarà pràcticament tocant a la paret, per aquest motiu la xemeneia no haurà de disposar d'accessoris com a colzes al poder instal·lar-se solament a partir de trams rectes. Tant les connexions entre caldera i dipòsit, com vasos d'expansió, centraleta solar i grup hidràulic solar estaran integrats en la sala de la manera en que ho indica el plànol nº17.

El present projecte no descriurà el procés de construcció d'aquest local ni es tindran presents els costos de construcció ni mà d'obra per la construcció d'aquest.



#### **1.11.4.1. Emplaçament i característiques**

El local destinat a sala de màquines estarà situat en la cara N-E de l'edifici, annexat a aquest, compartint paret conjunta amb els locals "Sota escala" i "Tram d'escala" de la planta baixa. Disposa d'una amplada de 3,3 metres i llargada de 2,5 metres, tal i com s'indica en el plànol nº17. La superfície útil és de 6,67 m<sup>2</sup> i les parets disposen d'un grossor de 20 cm, fetes amb maó buit. Per a poder accedir a l'interior hi ha una porta galvanitzada cega que donarà a l'exterior (orientació S-E), amb una altura de 2 metres i amplada de 0,8 metres. La finestra té la funció de dotar de ventilació natural l'interior i és de 1,16 x 0,50 metres, amb orientació N-E.

L'altura és de 2,6 metres i té coberta plana a base de maó.

#### **1.11.4.2. Caldera**

S'ha escollit una caldera de biomassa segons les necessitats de calefacció de l'edifici, on segons els càlculs realitzats en l'apartat 2.1.5 de l'Annex 1, la potència necessària per a suplir dites pèrdues ha de ser com a mínim de 25,96 kW. Aquesta caldera s'utilitzarà pel sistema de calefacció però en moments puntuals, servirà per donar energia al dipòsit d'ACS per abastir d'aigua calenta als usuaris quan els col·lectors no aportin suficient energia fer fer-ho, d'aquesta manera el circuit de la caldera estarà connectada també amb el sistema de producció d'aigua calenta sanitària.

La caldera escollida ha estat de la marca GRUPO BIOSAN model GG35K, pirotubular horitzontal on el combustible que s'utilitzarà seran pèl·lets de fusta, però la caldera és policombustible, de manera que accepta diferents tipus de biomassa. La potència nominal és de 31,4 kW, superior a la mínima requerida en l'instal·lació però disposa d'un rang de modulació per ajustar la potència en funció de necessitats i els factors influents.

Disposa d'un volum d'aigua intern de 110 Litres, aquesta gran quantitat d'aigua fa que no sigui necessari l'instal·lació d'un dipòsit d'inèrcia que absorbeixi l'energia produïda per la combustió de pèl·lets romanent en l'apagada del generador, aquest dipòsit intern funciona a mode de dipòsit d'inèrcia.

Annex a la caldera, hi ha una sitja de 197 Litres on s'hi diposita el combustible i la màquina l'obté automàticament d'allí per la combustió i producció d'energia. És una sitja suficientment gran per no haver de preocupar-se durant una setmana de l'abastiment d'aquesta. S'estima que el consum de pèl·lets serà d'uns 4.5 Kg/hora, i considerant que la caldera estarà en funcionament unes 9 hores al dia, 5 dies a la setmana, el consum setmanal de pèl·lets serà al voltant de 202,5 Kg en els mesos més freds. L'estudi de consum anual de pèl·lets s'ha elaborat en l'apartat 2.2.3.2 de l'Annex 2. La sitja tindrà les suficients dimensions per a garantir que la caldera disposarà de combustible almenys una setmana recàrrega, depenent sempre de la potència i hores que rendeix.





Aquesta caldera estarà ubicada en la sala de màquines segons ho indiquen els plànols.

Els detalls dimensionals i característiques del generador es mostren en el full d'especificació Nº 1.

#### 1.11.4.3. Combustible

El combustible utilitzat per la caldera serà pèl·lets de fusta.

Els pèl·lets són un producte totalment natural, catalogat com a biomassa sòlida, els quals estan formats per cilindres molt petits, d'uns pocs mil·límetres de diàmetre.

Elaborats a partir de serradures naturals seques, sense cap additiu, ja que s'utilitza la mateixa lignina que contenen serradures com aglomerant, comprimint les serradures a una alta pressió per formar el pèl·lets, el que fa que els pèl·lets tinguin una composició molt densa i dura. Per aquest motiu i com a una de les característiques més importants, els pèl·lets tenen un gran poder calorífic. A més, és un combustible barat i més respectuós amb el medi ambient que altres combustibles fòssils.

Les característiques dels pèl·lets varien segons molts paràmetres, com per exemple el tipus de serradures del que estan fets o la qualitat d'aquests. La següent taula indica les característiques d'aquest combustible.

	Pélet baja calidad	Pélet estándar	Pélet alta calidad
Poder Calorífico Inferior			
(kcal/kg)	> 3.000	> 4.000	> 4.300
(kJ/kg)	> 12.500	> 16.700	> 18.000
Humedad b.h. (% en masa)	< 12	< 12	< 10
Densidad (kg/m³)	> 1.000	1.000-1.400	> 1.120
Contenido en cenizas (% en peso)	< 6	< 1,5	< 0,5
Longitud (mm)	< 7 x diámetro	< 50	< 5 x diámetro
Diámetro (mm)	< 12	4-10	< 8

Taula 1.47. Característiques pèl·lets.

Els pèl·lets es poden comprar a distribuïdors majoristes o amb sacs individuals de poc pesatge, aquesta elecció es deixa a l'elecció de l'escola.

#### 1.11.4.4. Xemeneia

En les calderes de biomassa és imprescindible realitzar una instal·lació en la qual la caldera estigui connectada a una xemeneia, entenent per xemeneia aquell conducte de fums que sigui capaç de crear una depressió (en aquest cas haurà d'estar entre 0,15-0,20 mbar ) i compleixi amb les exigències de la normativa vigent en la matèria.



La caldera escollida disposa d'una connexió de 150 mm de diàmetre per a sortides de fum i aquesta connexió és vertical, de manera que directament es connectarà la xemeneia.

La xemeneia que s'instal·larà serà de la marca DINAK model DP, d'acer inoxidable de doble capa i amb l'interior aïllat amb 30 mm de llana de vidre, ideal per a calderes de biomassa.

S'instal·laran 7 trams verticals de 940 mm de longitud, aquest tram vertical transcorrerà paral·lelament i juntament per la façana exterior de l'edifici fins arribar a la coberta pel costat N-E, de manera que sobresortirà 1 metre aproximadament del punt més alt de la coberta.

La terminal de la sortida de fums serà un barret anti-vent, i la xemeneia anirà fixada amb abrasadores i fixacions. A més, disposarà de abraçadora de vents per fixar la xemeneia amb tensors. En un dels trams de la xemeneia s'instal·larà un mòdul T d'inspecció per a que sigui més fàcil l'inspecció i neteja d'aquesta.

S'ha optat per a que el tram de xemeneia estigues a l'exterior per que és la manera més senzilla i més fàcil de instal·lar, però el major problema amb aquest tipus d'instal·lació és l'estètic. De manera que es recomana que a la part superior de la sala de màquines es construeixi una estructura de maons fins a la coberta per a que la xemeneia vagi per l'interior i estèticament sigui més favorable, o una altra alternativa és pintar la xemeneia del color de la façana per a que lligui més amb l'estètica general de l'edifici.

Aquest treball no descriurà la estructura de maó per allotjar la xemeneia.

Les característiques de la xemeneia es mostren en el full d'especificació Nº 31.

#### **1.11.5. Sistema de control**

El conjunt de l'instal·lació estarà controlada per diferents dispositius integrats que controlaran automàticament els processos i les temperatures d'aquesta, a més, es podran regular i canviar paràmetres manualment per garantir el confort desitjat en les diferents estàncies al llarg del dia.

El sistema de calefacció disposarà d'un termòstat digital TD200 de la marca BAXIROCA, aquest dispositiu estarà connectat amb la caldera i permetrà regular la temperatura desitjada a l'edifici així com activar o desactivar el sistema de calefacció. Estarà posicionat al distribuïdor de la planta baixa ja que es considera la zona més adient pel seu fàcil accés.

En la caldera de biomassa del GRUPO BIOSAN està incorporat un display digital per la visualització i ajust de diferents paràmetres relacionats amb la caldera. Entre els quals, es pot procedir a l'engegada o apagada del sistema general de la caldera, s'indica quan el sense fi està funcionant, quan la bomba està encesa, ventilador i altres paràmetres. A més, indica quan falta combustible. En l'instal·lació de calefacció s'incorporarà una sonda exterior d'ambient on es connectarà a la caldera, això afavorirà a un augment de l'eficiència del sistema, ja que aquesta automàticament modularà i canviarà la potència de funcionament en funció de la temperatura exterior.



L'instal·lació d'ACS es controlarà amb una centraleta solar ELIOS 25 de la marca ARISTON, aquesta porta incorporat sondes de temperatura per l'interacumulador i pel col·lector, per estar monitoritzat en tot moment el sistema i en cas de que sobrepassi la temperatura de consigna, automàticament el sistema es parará per seguretat. A més de les entrades per a sondes tipus Pt1000, disposa de 4 sortides de tensió, la qual controlarà la bomba incorporada al grup hidràulic solar i la electrovàlvula de 3 vies en el cas de que es necessiti l'energia produïda per la caldera en un moment donat per a suplir la demanda d'ACS.

Els detalls dels dispositius esmentats es mostren a:

- El termòstat digital per calefacció: Full d'especificació Nº 11.
- La centraleta solar: Full d'especificació Nº 16.

#### **1.11.5.1. Criteri de funcionament**

Quan la sonda situada al col·lector arriba a una temperatura major que la de l'acumulador, amb una diferència determinada (prefixada o regulada en el control de la centraleta), la bomba del grup hidràulic solar es posarà en marxa fent que la calor continguda en els col·lectors flueixi cap al acumulador on és absorbit, tornant al camp de col·lectors a molta menor temperatura.

El fluid seguirà circulant fins que la diferència de temperatures sigui inferior a la fixada.

Hi ha d'haver un retard de temps abans de l'aturada de la bomba, que permeti que tot el fluid que estava en els col·lectors a gran temperatura arribi fins l'acumulador i no es quedi en les conduccions, perquè d'aquesta manera estariem escalfant fluid per deixar-ho refredar en els conductes sense cap aprofitament.

La centraleta solar, apart de la bomba del circuit primari i de les sondes de temperatura, disposarà d'una sortida de tensió per controlar la vàlvula de 3 vies, si en un temps prefixat, l'interacumulador no s'aconsegueix escalfar fins la temperatura de consigna, l'electrovàlvula obrirà el pas al circuit de la caldera fins l'acumulador i temporalment el circuit de calefacció estarà deshabilitat.

#### **1.11.6. Bomba circulatòria calefacció**

L'instal·lació de calefacció serà de circulació forçada, per aquest motiu es posicionarà una bomba centrífuga que faci arribar l'aigua escalfada per la caldera fins als emissors. Aquesta bomba s'ha optat de col·locar-la a la sortida de la caldera, en el circuit d'impulsió (anada) i haurà de funcionar a una altura dinàmica de bombeig de 3,56 m.c.a. i un cabal de  $0,000289575 \text{ m}^3/\text{s}$ . Aquests càlculs han set realitzats en l'apartat 2.2.5 de l'annex 2.



La bomba escollida és **GRUNDFOS ALPHA2 15-50 130**. S'instal·larà en la part més baixa de l'instal·lació per evitar cavitacions que puguin afectar al rendiment o l'estructura d'aquesta. En els extrems de la bomba haurà vàlvules de tall per aïllar la bomba si fos necessari a més d'un filtre de partícules sòlides. Es col·locarà un manòmetre vertical de 63 mm de la marca CEC instruments, per observar la pressió a la sortida de la bomba.

Les característiques, detalls i corbes de la bomba es mostren en el full d'especificació Nº 10.

#### **1.11.7. Sistema de captació i col·lector**

S'ha triat un col·lector pla ALPIN RKM 2301 de la marca SOLAR ENERGY, segons els càlculs elaborats en l'apartat 2.3.5 de l'annex 3, un sol col·lector serà suficient per garantir la mínima aportació d'energia al sistema que determina el RITE. Aquest col·lector es col·locarà a la coberta SO amb l'inclinació de la mateixa coberta aprofitant el pendent.

Aquest col·lector transformarà aprofitarà l'energia del Sol i la transmetrà al fluid caloportador circulant pel seu interior, aquest circuit tancat serà el primari que estarà compost per un conjunt de canonades i accessoris de coure, com l'instal·lació de calefacció. Aquest líquid caloportador cedirà l'energia tèrmica al dipòsit interacumulador d'ACS mitjançant un serpentí.

En aquest circuit primari hi haurà el Grup hidràulic solar, per la regulació del sistema, el vas d'expansió per absorbir les variacions de volum de l'aigua i una sèrie de vàlvules de seguretat, antiretorn i de tall.

Les característiques i dimensions del col·lector solar es mostren en el full d'especificació Nº 13.

#### **1.11.8. Fluid caloportador**

El propilenglicol és un líquid clar, incolor, lleugerament viscos a temperatura ambient i inodor. S'utilitza en moltes aplicacions, tant en desinfectants, pintures o en alimentació, ja que no és tòxic per la salut. L'aplicació que també té és la d'anticongelant, s'utilitza molt aquest líquid diluït en aigua en instal·lacions solars com a fluid caloportador.

La concentració de glicol en aigua que s'ha d'utilitzar va en funció de la temperatura mínima històrica de la zona, en relació directa, com més concentració de glicol hi hagi, més baixes temperatures resistirà l'instal·lació sense congelar-se. En el cas de la localitat de Lleida, la mínima històrica és de -14,8°C, per aquest motiu segons els càlculs de l'apartat 2.3.7 de l'annex 3, la concentració en pes de glicol serà del 33%.

S'ha escollit la garrafa de la marca TYFOROP CHEMIE GmbH model Tyfocor L d'11 kilograms.

Per més detalls, consultar el full d'especificació Nº 14.



#### **1.11.9. Circuit primari**

El circuit primari de l'instal·lació d'ACS serà aquell circuit que connecta el col·lector solar amb l'interacumulador, encarregat de transmetre l'energia tèrmica generada a la coberta al dipòsit d'aigua calenta sanitària per, posteriorment, enviar-la als punts de consum de l'edifici.

Aquest circuit estarà compost per canonades de coure d'una longitud de 37,88 metres contant el tram de anada i el de retorn amb un diàmetre exterior de 22mm.

Els elements i accessoris que formaran part i estaran directament connectats amb el circuit seran:

- 8 colzes 90º
- 6 vàlvules de tall
- 1 col·lector solar
- 1 grup hidràulic
- 1 interacumulador

Aquest circuit estarà connectat amb el serpentí inferior de l'interacumulador, i s'haurà d'acoblar amb ràcords reduïts. El circuit sortirà de la sala de màquines i transcorrerà verticalment per la façana exterior N-E fins l'inici de la coberta, on horitzontalment recorrerà la façana fins la façana S-E i allí es connectarà amb el col·lector col·locat a l'extrem de la coberta S-O. Es pot observar als plànols 14, 15 i 16.

El cabal recomanat és de 50 l/h i m<sup>2</sup>, de manera que al tenir una superfície útil el col·lector seleccionat de 2,15 m<sup>2</sup> el cabal que fluirà a través dels col·lectors i pel circuit primari serà de 107,5 l/h.

#### **1.11.10. Dipòsit d'acumulació**

Es tracta d'un dipòsit interacumulador, ja que té la funció d'emmagatzemar l'aigua pel consum d'ACS i a més, a l'interior disposa de serpentins pels quals es fa la transferència de calor per l'escalfament d'aquesta.

En la part inferior el dipòsit s'abastirà d'aigua freda de la xarxa general, aquesta aigua vindrà ja filtrada i amb la pressió reduïda per davall del màxim tarat per la vàlvula de seguretat.

En l'interior del dipòsit hi hauran dos serpentins que tindran la funció de bescanviadors de calor, el bescanviador inferior serà el més gran, aquest serà el adient per l'instal·lació solar. El bescanviador superior estarà connectat amb el sistema auxiliar, és a dir, la caldera.

Quan hi hagi una demanda d'ACS, el sistema solar cedirà l'energia tèrmica captada pels col·lectors, la transmetrà a partir del circuit primari i la cedirà a l'interacumulador. Si aquesta aportació d'energia no fos necessària, la caldera prioritzarà l'ACS per damunt de la calefacció.



L'ACS ja preparada pel consum, sortirà directament de l'interacumulador fins els punts de demanda.

S'ha escollit l'interacumulador INOX 2S 200 de la marca TROIA, com ja s'ha esmentat, disposa de dos serpentins al seu interior i amb una capacitat de 200 Litres.

Per més informació, consultar el full d'especificació N° 15.

#### **1.11.10.1. Connexions del dipòsit d'acumulació**

El serpentí superior enllaçat amb el sistema auxiliar (punt I i H) té connexions de 1" de diàmetre.

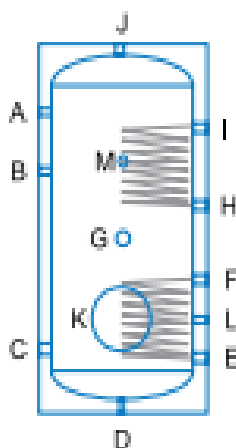
El serpentí inferior enllaçat amb el sistema primari provinent dels col·lectors (punt F i E) té connexions de 1" de diàmetre.

En la part superior del dipòsit es troba la connexió per la sortida d'ACS (punt J) amb un diàmetre de 3/4".

L'entrada d'aigua de la xarxa general es farà en el punt C, amb un diàmetre de 3/4". Aquesta entrada es troba en la part inferior del dipòsit.

El buidat de l'instal·lació es durà a terme a través del punt D, és el punt més baix del dipòsit amb un diàmetre de 1/2".

Tots els circuits que enllacin amb l'acumulador, disposaran de vàlvules de tall, i per la sortida d'ACS també s'instal·larà un filtre per a partícules fines i una vàlvula antiretorn.



**Figura 1.63. Esquema de l'interacumulador INOX2S 200.**



#### **1.11.11. Aïllament canonades circuit primari**

La majoria del circuit primari està a l'intempèrie, per aquesta raó i segons les condicions del RITE s'han de aïllar correctament per a que les pèrdues tèrmiques siguin les mínimes possibles. S'ha escollit un aïllament tubular flexible classe M1 de la marca ISOCELL, distribuït per SALVADOR ESCODA S.A. i de espessor 40 mm.

Segons el RITE, en aquest cas el espessor mínim de l'aïllament ha de ser de 35 mm.

#### **1.11.12. Grup hidràulic solar**

El grup hidràulic per a instal·lacions solars tèrmiques és un conjunt de components que integra els elements hidràulics al circuit primari d'aquestes instal·lacions. El grup hidràulic s'encarregarà de fer circular el líquid caloportador per transferir la calor captat pels col·lectors o captadors solars a l'interacumulador.

L'escollit ha estat el grup hidràulic solar sense regulació de la marca ORKLI, es col·locarà al circuit primari de l'instal·lació solar per ACS i per un fàcil accés es posicionarà en la sala de caldera.

Aquest està compost per una bomba tipus WILO 15/6ECO per impulsar el fluid caloportador, un conjunt de vàlvules de tall amb termòmetre i antiretorn integrats (en el ramal d'anada i de tornada per evitar fluxos inversos). Un conjunt de seguretat compost per:

- Vàlvula de seguretat solar tarada a 6 bars.
- Manòmetre (0 - 10 bar).
- Connexió 3/4" pel vas d'expansió

Un cabalímetre i regulador de cabal, l'objectiu d'aquest element és l'equilibrat del circuit primari en el cas de que l'instal·lació augmenti en el nombre de col·lectors solars. El rang d'indicació de cabal és de 2 a 12 litres/minut. Hi ha una càmera de purgat d'aire, pel possible aire que pugui haver en el circuit primari. També hi han vàlvules d'omplerta i buidat de l'instal·lació.

El grup hidràulic es fixarà a la paret mitjançant una placa de fixació collada amb cargols.

Per a més detalls, consultar el full d'especificació N° 17.

#### **1.11.13. Altres elements**

En aquest punt es descriuran els elements addicionals en l'instal·lació.



#### **1.11.13.1. Vas d'expansió**

Una instal·lació tancada d'aigua, com és el cas d'aquest projecte, ha de disposar d'un vas d'expansió que absorbeixi la dilatació de l'aigua quan pateix canvis de temperatura, del contrari el sistema de canonades o algun accessori podria resultar afectat per aquesta variació de volum. El vas d'expansió seleccionat per l'instal·lació de calefacció és de la marca GRUPO BIOSAN model R12, amb un volum de 12 Litres i una pressió màxima de treball de 10 bars. És un vas d'expansió tancat.

La raó del volum està en l'apartat 2.2.4 de l'annex 2, on s'ha fet l'estudi i càlcul del volum d'aigua de tota l'instal·lació de calefacció.

Per mes detalls del vas d'expansió, consultar el full d'especificació Nº 12.

El vas d'expansió seleccionat pel sistema primari de producció d'ACS és el model 2 SMF de la marca IBAIONDO. Disposa d'un volum de 2 litres, estarà connectat a través del grup hidràulic solar. Els càlculs pel vas d'expansió solar estan reflectits en l'apartat 2.3.10 de l'Annex 3.

Per mes detalls del vas d'expansió solar, consultar el full d'especificació Nº 28.

#### **1.11.13.2. Purgadors d'aire**

Els purgadors d'aire són elements que s'instal·len en els circuits, normalment en el punt més elevat, per poder extreure l'aire romanent en l'interior de les instal·lacions. Aquest aire podria generar sorolls i un decrement del rendiment. Els purgadors d'aire elegits han sigut el FLEXVENT de la marca BAXIROCA. Està fabricat amb llautó, amb rosca de 3/8".

En l'instal·lació de calefacció, tots els emissors porten incorporat un purgador automàtic, però s'ubicarà un purgador en el circuit per extreure l'aire que quedi en les canonades.

En el circuit primari d'ACS també es col·locarà un purgador en el punt més elevat, ja que podria afectar en els rendiments dels col·lectors.

Per mes detalls dels purgadors d'aire, consultar el full d'especificació Nº 18.

#### **1.11.13.3. Manòmetres**

S'instal·larà un manòmetre vertical d'agulla de 63 mm de la marca CEC Instruments en el circuit de calefacció per la comprovació del correcte funcionament de l'instal·lació. La seva ubicació serà després de la bomba de circulació. El manòmetre s'instal·larà amb una T i una reducció de secció, on la connexió d'aquest és de 1/2".

Per mes detalls del manòmetre, consultar el full d'especificació Nº 19.





#### **1.11.13.4. Sensors**

L'instal·lació disposarà d'un seguit de sensors per monitoritzar el sistema i ajudaran a augmentar el rendiment.

- Sensor de temperatura exterior: Es col·locarà una sonda ambient en l'exterior de l'edifici pel mesurament de la temperatura exterior, aquest sensor serà de la marca RESOL model FRP12, es tracta d'un mesurador Pt1000. La caldera disposa d'una entrada per aquest tipus de sensors, de manera que en el mode automàtic, la caldera modularà la seva potència en funció de la temperatura exterior provinent del sensor.
- Sonda de temperatura del col·lector: Es disposarà d'una sonda tipus Pt1000 en el col·lector solar, per llegir la temperatura del fluid caloportador contingut en el col·lector. La centralita solar ELIOS 25 inclou aquesta sonda.
- Sonda de temperatura de l'acumulador d'ACS: Es disposarà d'una sonda tipus Pt1000 en el dipòsit interacumulador d'ACS, per llegir la temperatura de l'aigua a l'interior d'aquest. La centralita solar ELIOS 25 inclou aquesta sonda.

Les dades dels últims dos sensors seran llegides per la centralita solar. Amb aquests tres sensors es pretén automatitzar al màxim el sistema, tant de calefacció com d'aigua calenta sanitària, i augmentar el rendiment del sistema dins el possible.

Per més detalls dels sensors, consultar els fulls d'especificació Nº 16 respectiu a la centralita solar i el Nº 27 respectiu a la sonda exterior.

#### **1.11.13.5. Electrovàlvula de 3 vies**

Una electrovàlvula és una vàlvula magnètica que es mou amb una bobina solenoide. Estarà muntada en el circuit de calefacció, al ramal d'anada posterior a la bomba, i s'utilitzarà per canalitzar el fluid caloportador provinent de la caldera cap als emissors tèrmics o cap al interacumulador d'ACS, depenent de les condicions i la demanda en un instant.

Serà del fabricant BAXI, amb cos en llautó estampat i connexions femella. L'esquema i característiques tècniques és mostren en el full d'especificació Nº 20.

#### **1.11.13.6. Vàlvules mescladores**

En l'instal·lació s'instal·laran dos vàlvules mescladores. Una pel circuit d'ACS i l'altra en el circuit de calefacció.



La vàlvula mescladora termostàtica HERZ per ACS de la marca SYSCLIMA es col·locarà a la sortida del interacumulador, i mesclarà aquesta aigua calenta amb aigua provinent directament de la xarxa d'aigua general. Disposa d'un rang de regulació entre 35°C i 65°C amb una connexió de 3/4". Aquesta vàlvula s'encarregarà de que la temperatura de l'aigua pel consum sigui l'adient i no arribi a temperatures de risc.

Per altra banda, s'instal·larà una vàlvula mescladora termostàtica HERZ Teplomix de la marca SYSCLIMA per l'elevació de la temperatura de retorn. Aquesta vàlvula està especialment dissenyada per augmentar la temperatura de retorn de l'instal·lació, evitant així condensacions en la caldera i augmentar la vida útil d'aquesta. El principi de funcionament d'aquesta caldera és: Quan l'instal·lació arranca, la vàlvula manté oberta la via de bypass fins que arribi a 55°C i quan assoleix una temperatura de 63°C la via es manté completament oberta. Es tracta d'una vàlvula amb connexió DN 25 amb un ràcord tipus B.

Els detalls de les vàlvules mescladores es mostren en el full d'especificació Nº 21.

#### **1.11.13.7. Vàlvules de seguretat**

Les vàlvules de seguretat estan dissenyades per protegir els components de l'instal·lació contra pressions elevades, complint així amb els requisits de seguretat pel bon funcionament de tots els elements. Es col·locarà una vàlvula de seguretat en el circuit de calefacció juntament amb un manòmetre, tarada a 2 bars ja que la caldera com a màxim pot treballar a aquesta pressió. Es col·locarà una vàlvula de seguretat en el circuit d'aigua freda per assegurar que la pressió que entra en el interacumulador és la idònia.

Aquestes seran de la marca SALVADOR ESCODA i seran regulables, de 2 a 8 bars, segons les necessitats de l'instal·lació. Pel que fa al circuit primari d'ACS, el grup hidràulic solar ja disposa d'una vàlvula de seguretat respectiva, de manera que s'ha trobat innecessària l'instal·lació d'una complementària.

Els detalls de les vàlvules de seguretat es mostren en el full d'especificació Nº 22.

#### **1.11.13.8. Vàlvules de tall**

Les vàlvules de tall utilitzades en l'instal·lació seran d'esfera, de la marca BAXIROCA sèrie 850. Les vàlvules d'esfera permetran regular el fluid en el circuit de calefacció i el circuit primari, així com si fos necessari tallar completament el flux d'aigua. El mecanisme d'aquestes vàlvules és senzill, en l'interior com element regulador, es troba situada una esfera de llautó perforada, de tal manera que permet el pas del fluid quan està alineada amb l'eix d'entrada i sortida de la vàlvula, i es tanca quan es gira l'esfera deixant el forat perpendicular a l'eix d'entrada.

Es col·locaran vàlvules en totes les entrades i sortides dels diferents elements que componen l'instal·lació (Caldera, Grup hidràulic solar, col·lector i interacumulador), així com en diferents



punts del circuit, com bypassos, bifurcacions, xarxa general d'aigua freda, etc. La situació de les vàlvules de tall es pot observar en el plànol nº18.

Els detalls de les vàlvules de tall es mostren en el full d'especificació Nº 23.

#### **1.11.13.9. Vàlvula reductora de pressió.**

S'instal·larà una vàlvula reductora de pressió en el circuit d'entrada d'aigua freda per evitar que l'aigua que entra de la xarxa general tingui una pressió excessiva per l'instal·lació. Aquesta vàlvula estarà entre vàlvules de tall i es ficarà un bypass paral·lelament.

Serà de la marca RINOX model RinoxDue, del distribuïdor SGL Suministros.

Els detalls de la vàlvula reductora de pressió es mostren en el full d'especificació Nº 24.

#### **1.11.13.10. Vàlvules antiretorn**

Aquest tipus de vàlvules tenen l'objectiu de deixar circular el fluid en una direcció però en cap cas en l'altra, de manera que obliga al líquid a circular en una direcció desitjada. Aquest tipus de vàlvules s'ubicaran en els punts on hi hagi risc de que el fluid no flueixi en la direcció correcta, així com a la sortida de l'interacumulador, el la xarxa d'aigua freda, en el circuit de reton de l'interacumulador a la caldera.

S'han escollit vàlvules de retenció universal de cos de llautó de la marca SALVADOR ESCODA S.A.

Els detalls de les vàlvules antiretorn es mostren en el full d'especificació Nº 25.

#### **1.11.13.11. Filtre**

S'instal·laran filtres d'aigua de malla en diferents punts de l'instal·lació per a que les possibles impureses que estiguin en els circuits es dipositin i puguin ser extretes i no afectin a les canonades ni als elements de l'instal·lació. Hi haurà un filtre de malla 0,5 mm en la xarxa d'aigua freda per a que les impureses i provinents del circuit general no accedeixin en l'instal·lació. A més, un altre filtre en el circuit d'impulsió en el circuit de calefacció, abans de la bomba, per evitar que la bomba treballi amb elements sòlids suspesos en l'aigua, i també per evitar que afectin als elements emissors de calor. Per últim, un altre filtre s'instal·larà en la sortida de l'interacumulador per evitar que en l'aigua pel consum humà hi hagin agents sòlids no desitjats.

S'han elegit filtres d'aigua de malla fina 0,5 mm de la marca SALVADOR ESCODA.

Els detalls dels filtres es mostren en el full d'especificació Nº 26.



#### **1.11.13.12. Pont**

En l'instal·lació de calefacció, concretament el tram  $M_f - K_f$  haurà de dur un punt per a poder sortejar la canonada  $M_c - Q_c$ , de manera que s'instal·larà un pont de coure del diàmetre de la canonada (15 mil·límetres), de la marca Ynstalia.

#### **1.11.14. Sistema de buidat**

El buidat d'aigua de les instal·lacions es farà en el punt més baix i s'utilitzaran vàlvules d'esfera sèrie 850 de BAXI. Segons el IT 1.3.4.2.3 del RITE, totes les xarxes de canonades s'han de dissenyar de tal manera que puguin buidar-se de forma parcial i total. Aquest diàmetre de connexió de buidat serà de DN 20 pel cas de sistemes amb una potència tèrmica de menys de 70 kW.

#### **1.11.15. Sistema d'alimentació**

L'alimentació dels circuits es realitzarà mitjançant un dispositiu que servirà per reposar les pèrdues d'aigua. Segons el IT 1.3.4.2.2 del RITE el diàmetre mínim de les connexions d'alimentació serà de DN 15 per a elements amb potències útils de menys de 70 kW.

#### **1.11.16. Connexionat i compatibilitats**

Les canonades de coure de l'instal·lació de calefacció i del circuit primari d'ACS són de dimensions normalitzades especificades segons la normativa UNE EN 1057:2007. S'han escollit canonades de diàmetres exteriors de 10 mm, 15 mm, 22 mm i 28 mm. Les incompatibilitats apareixen en els elements (purgues, vasos d'expansió, radiadors, etc) i vàlvules que disposen connexions de rosca tipus BSP. L'enllaç entre els elements de l'instal·lació i les canonades es farà en forma de soldadura, d'aquesta manera no serà necessari la seva adaptació mitjançant ràcords adaptadors.

En el cas de la caldera, col·lectors, dipòsit, bomba i grup hidràulic solar, l'acoblament amb les canonades es durà a terme amb ràcords rectes adaptadors de rosca BSP, de la sèrie L i marca BOSADO.

Les canonades del circuit primari seran de 22 mm de diàmetre exterior (20 mm interior), aquestes s'acoblaran amb el grup hidràulic solar amb aquest tipus de ràcords tipus 22 - 3/4".

La caldera disposa connexions d'1" pel circuit de calefacció, la canonada serà de 28 mm de diàmetre exterior, de manera que l'enllaç es farà amb ràcords tipus 28 - 1". Pel que fa al circuit de omplerta i buidat, la canonada estipulada pel RITE serà de 22 mm exterior, s'enllaçarà amb un ràcord de 22 - 3/4" al disposar d'aquesta connexió.



El acumulador d'ACS disposa de diferents connexions descrits anteriorment, per les sortides del serpentí superior de 1" es connectaran amb les canonades de 28 mm exterior provinents de el sistema auxiliar mitjançant ràcords 28 - 1" i per l'omplerta s'utilitzarà un 22 - 3/4"

La bomba de circulació del circuit de calefacció disposa de connexions G 1 ", per aquesta raó de disposaran ràcords tipus 28 - 1" tant en l'impulsió com en el retorn.

Les característiques d'aquests ràcords es mostren en el full d'especificació nº 29.

Pel que fa a connexions d'aquests elements amb canonades que no tenen un diàmetre similar, s'han utilitzat ràcords amb reducció per poder dur a terme l'enllaç. Seran de la marca YNSTALIA tipus mascle.

En la connexió del serpentí inferior del acumulador d'ACS, el que enllaça amb el circuit primari, s'utilitzaran ràcords tipus 22 - 1" i per la connexió amb el circuit de buidat del dipòsit, al tractar-se d'una rosca de 1/2" es connectarà amb un ràcord 22 - 1/2" amb la canonada.

El col·lector disposa de connexions d'1", però seran de rosca BSPT (cònica), a diferència dels altres elements que disposaven de rosques BSPP (cilíndriques), s'haurà d'incorporar un ràcord BSPP x BSPT per poder enllaçar posteriorment els ràcords de 22 - 1".

Les característiques d'aquests ràcords es mostren en el full d'especificació nº 30.



## 1.12. Codis dels elements de l'instal·lació

A l'hora d'identificar tots els elements anteriorment citats en els plànols, es farà servir una nomenclatura identificativa per cada element, expressada en la següent taula:

Element	Codi identificatiu
Manòmetre	M
Filtre	F
Bomba de circulació	B
Cabalímetre	CA
Vas d'expansió	VE
Purgador d'aire	P
Vàlvula de tall	VT
Vàlvula antiretorn	VA
Vàlvula de seguretat	VS
Vàlvula de buidat	VB
Electrovàlvula de 3 vies	V3
Vàlvula mescladora	VM
Vàlvula reguladora de pressió	VP
Sonda de temperatura de l'interacumulador	SA
Sonda de temperatura del col·lector	SC
Sonda exterior	SE

Taula 1.48. Llistat d'elements de l'instal·lació amb el respectiu codi identificatiu de l'instal·lació.

Aquesta nomenclatura ajudarà a la lectura dels plànols, no s'han identificat els elements més importants de l'instal·lació com la caldera, interacumulador, els sistemes de control, el col·lector o el grup hidràulic ja que en els plànols no s'abreviaran i es mostraran escrits clarament.



### 1.13. Certificat d'eficiència energètica

El certificat d'eficiència energètica conté la qualificació, en una escala que va des de la A (major nivell d'eficiència energètica) a la G. Suposa una valoració sobre la forma en què l'immoble optimitza el consum d'energia, i el càlcul correspon a un tècnic competent. La valoració considera, entre altres, factors com les transmissibilitats dels tancaments i murs, façanes, coberta, etc, el rendiment de sistemes de calefacció i ACS, o les necessitats energètiques de l'edifici per arribar a les condicions normals de confort tèrmic.

La elaboració del certificat s'ha dut a terme amb el programa CE3X. S'ha estudiat el sistema actual de calefacció i ACS, que consta de radiadors i acumuladors que funcionen amb efecte Joule, i el sistema ACS és un dipòsit que escalfa l'aigua també per efecte Joule.

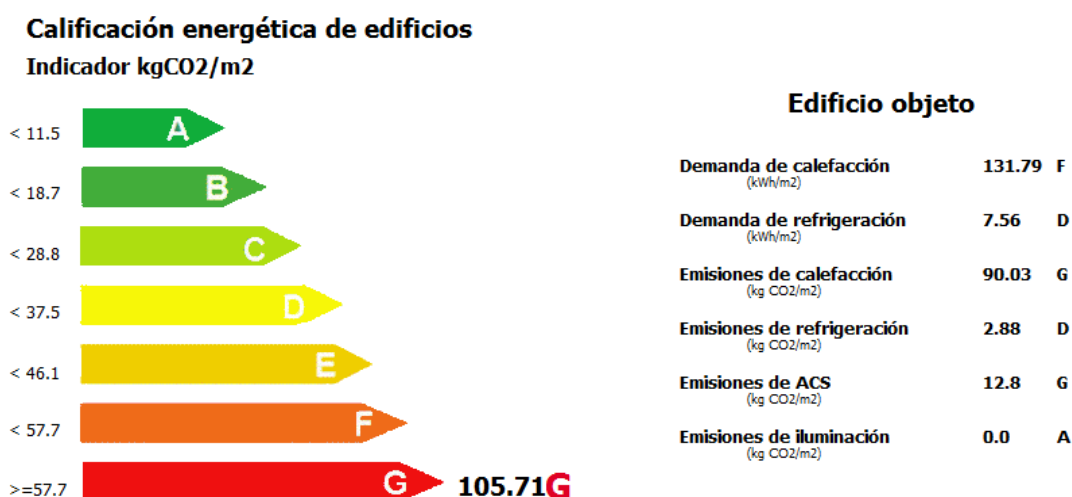


Figura 1.64, Classificació energètica del sistema actual de calefacció i ACS.

La classificació que s'atorga en el sistema actual és la G, amb un total de 105,71 KgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>. Aquest sistema a base d'electricitat és poc eficient i molt contaminant, per aquest motiu està al nivell més baix de la classificació.

Les mesures i canvis proposats en els sistemes de calefacció i aigua calenta sanitària s'han estudiat i s'ha fet la classificació energètica amb aquests sistemes, i posteriorment s'ha comparat amb el sistema actual.

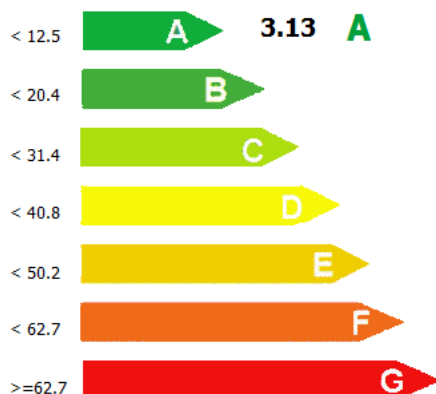
El sistema proposat disposa d'una caldera de pellets que abastirà la calefacció i un sistema solar encarregat amb l'ACS. Aquest sistema solar s'ha estimat que garantirà un 75% de la demanda de ACS, el percentatge restant s'encarregarà la caldera.

Com es pot observar en la següent figura, el nou sistema a base d'energies renovables és molt menys contaminant, i la classificació que s'atorga és la A amb un consum de 3,13 KgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.



### Calificación energética de edificios

Indicador kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>



### Edificio objeto

Demanda de calefacción (kWh/m <sup>2</sup> )	132.77	F
Demanda de refrigeración (kWh/m <sup>2</sup> )	8.2	E
Emisiones de calefacción (kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	0.0	A
Emisiones de refrigeración (kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	3.13	E
Emisiones de ACS (kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	0.0	A
Emisiones de iluminación (kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	0.0	A

Figura 1.65. Classificació energètica del sistema proposat de calefacció i ACS.

Es podrà reduir en 102,58 KgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> any amb l'aplicació d'aquests sistemes alteratius a base de energies renovables, passant de tenir classificació G a la A.

En l'Annex 5 es mostra el certificat complet i detallat.





## **1.14. Conclusions**

Aquest projecte s'ha elaborat a fi de dissenyar un nou sistema de calefacció i aigua calenta sanitària econòmicament més viable i respectuós amb el medi ambient. El sistema actual és contaminant i car, configurat a partir de radiadors i acumuladors elèctrics.

Les solucions han sigut fer un canvi de sistema, substituint aquests per una caldera policombustible de biomassa que a partir d'un circuit de canonades de coure impulsa l'aigua fins als radiadors d'alumini ubicats en els locals calefactats de l'edifici. Per la producció d'ACS es comptarà amb un col·lector pla ubicat a la coberta, que cedirà l'energia captada al fluid caloportador del circuit primari, i aquest estarà connectat a un interacumulador de doble serpentí. La caldera en un moment puntual prioritzarà el sistema d'ACS si aquest ho requereix, ja que estarà connectada mitjançant l'altre serpentí.

Segons l'Annex 5 referent a la certificació d'eficiència energètica es pot observar que actualment l'instal·lació genera  $105,7 \text{ KgCO}_2/\text{m}^2$  i amb els canvis proposats es reduiria aquest indicador a  $3,13 \text{ KgCO}_2/\text{m}^2$ , passant d'una qualificació G (més baixa) a la A (més alta). A més de l'estudi referent a les emissions de  $\text{CO}_2$ , és important també comentar l'estudi de viabilitat econòmica elaborat en l'Annex 4.

En l'estudi de viabilitat s'ha tingut en compte el pressupost total que puja a 21098,47 €, i diferents increments i impostos descrits en l'Annex 4. S'han comparat 3 tipus de combustibles de biomassa, i s'ha conclòs que el millor combustible són els pèl·lets de fusta. L'instal·lació té un període de amortització (*payback*) de 10 anys i 206 dies, però aquesta és una estimació ja que els increments dels combustibles s'han suposat constants al llarg de la vida útil del sistema, i a més, no s'han contemplat subvencions al no haver-n'hi de disponibles actualment, per aquestes raons l'estimació es pot veure alterada al llarg dels anys.



### **1.15. Agraïments**

Un sincer agraïment al director del projecte Ramon Grau per la seva ajuda en la redacció del present projecte. També vull agrair al senyor Mario Urrea juntament amb la direcció i personal de l'escola pública de la localitat pel bon tracte rebut i per obrir-me les portes de l'escola.

Per acabar, donar les gràcies a família, companys i companyes de l'Escola Politècnica Superior (EPS).



## 2.ANNEXES



## ÍNDIX DELS ANNEXES

<b>2. Annexes.....</b>	<b>154</b>
2.1. <i>Annex 1: Càrregues tèrmiques de l'edifici .....</i>	<i>154</i>
2.1.1. Generalitats .....	154
2.1.2. Condicions exteriors de càlcul.....	154
2.1.3. Condicions interiors de càlcul .....	155
2.1.4. Definició dels espais de càlcul .....	159
2.1.5. Càlcul de les càrregues tèrmiques.....	160
2.1.5.1. Pèrdua de calor sensible per transmissió a través dels tancaments .....	161
2.1.5.2. Pèrdua de calor sensible per infiltracions de l'aire exterior .....	165
2.1.5.3. Suplements.....	166
2.1.6. Resultats de les càrregues tèrmiques de l'edifici .....	167
2.1.7. Simbologia .....	187
2.2. <i>Annex 2: Instal·lació de calefacció.....</i>	<i>188</i>
2.2.1. Càlcul i elecció dels emissors.....	188
2.2.1.1. Nombre d'emissors .....	190
2.2.2. Càlcul de les pèrdues de càrrega de les canonades .....	194
2.2.2.1. Trams de l'instal·lació dissenyada .....	194
2.2.2.2. Càlcul del cabal màssic en cada tram.....	198
2.2.2.3. Càlcul dels diàmetres de les canonades de l'instal·lació de calefacció .....	199
2.2.2.4. Pèrdues de càrrega contínues.....	202
2.2.2.5. Pèrdues de càrrega singulars .....	212
2.2.2.6. Resultats .....	226
2.2.3. Càlcul de la caldera.....	228
2.2.3.1. Elecció de caldera.....	229
2.2.3.2. Estimació de combustible .....	231
2.2.4. Càlcul del vas d'expansió .....	232
2.2.5. Càlcul bomba circulatòria.....	237
2.2.6. Aïllament dels conductes .....	240
2.2.7. Simbologia .....	244
2.3. <i>Annex 3: Instal·lació ACS .....</i>	<i>246</i>
2.3.1. Dades prèvies .....	246
2.3.2. Càlcul de l'energia per ACS.....	247
2.3.2.1. Contribució solar mínima .....	247
2.3.2.2. Càlcul de la demanda d'ACS .....	249
2.3.2.3. Demanda energètica .....	250
2.3.3. Càlcul de pèrdues per disposició geomètrica dels col·lectors.....	251
2.3.4. Energia solar disponible .....	254



2.3.5.	Selecció del col·lector solar .....	256
2.3.5.1.	Resultats de la comparativa .....	260
2.3.6.	Compliment de les condicions de fracció solar .....	266
2.3.7.	Fluid de treball.....	271
2.3.8.	Elecció del sistema d'acumulació .....	276
2.3.9.	Grup hidràulic solar .....	278
2.3.10.	Càlcul vas d'expansió circuit primari .....	278
2.3.11.	Càlcul aïllament de les canonades .....	281
2.3.12.	Simbologia .....	283
2.4.	<i>Annex 4. Estudi de viabilitat econòmica.....</i>	<i>284</i>
2.4.1.	Generalitats .....	284
2.4.2.	Consideracions pel càlcul .....	287
2.4.3.	Càlcul costos variables i benefici .....	287
2.4.4.	Conclusions de l'estudi de viabilitat .....	290
2.4.5.	Simbologia .....	291
2.5.	<i>Annex 5. Certificació d'eficiència energètica.....</i>	<i>292</i>
2.5.1.	Introducció .....	292
2.5.2.	Elaboració.....	292
2.5.2.1.	Dades inicials .....	292
2.5.2.2.	Document.....	294



## 2. Annexes

### 2.1. Annex 1. Càrregues tèrmiques de l'edifici

#### 2.1.1. Generalitats

Les necessitats calorífiques de l'edifici són una particularitat de ell mateix, independent del sistema de calefacció escollit, però sí que depèn dels materials de construcció, del seu volum, orientació i altres factors.

Per a temperatures interiors constants i condicions climàtiques constants com és el cas d'aquest projecte, l'aportació de calor de calefacció necessari és igual a la suma de les pèrdues tèrmiques a través de les superfícies que envolten les zones calefactades. Aquestes pèrdues són de dos classes, per una part les pèrdues de calor per transmissió, i per altra, les pèrdues de calor per ventilació natural o infiltració. Les primeres són les pèrdues majoritàriament per conducció, a través de parets, coberta, tancaments... Les segones s'efectuen quan l'aire exterior entra a l'interior de l'edifici per portes o forats.

Pel càlcul de les necessitats tèrmiques de l'edifici s'han descrit les condicions exteriors i interiors respectant les normatives vigents. El càlcul s'ha fet manualment, sense ús de cap programa informàtic. En els apartats següents es descriurà el procés i metodologia utilitzada de la mateixa manera que es detallaran el més clarament possible totes les càrregues existents.

S'han consultat els llibres i apunts de les assignatures d'Enginyeria tèrmica I i II, i s'ha tingut en compte el procés de càlcul que determina el CTE.

#### 2.1.2. Condicions exteriors de càlcul

L'elecció de les condicions exteriors de temperatura seca exterior es fa segons el criteri de nivells percentuals. La següent figura és un extracte del document "Guía técnica de Condiciones climáticas exteriores de proyecto" del IDAE, on hi ha la síntesi de les temperatures, humitats relatives i vents enregistrades a la localitat de Lleida.

Pel càlcul de les pèrdues tèrmiques de l'edifici, s'agafarà la temperatura TS<sub>99,6</sub> (°C). És la temperatura seca (°C) de la localitat de Lleida amb un percentatge del 99,6%, d'aquesta manera podem assegurar que molt poques vegades la temperatura serà inferior a aquesta. No s'agafa la mínima temperatura històrica ja que seria sobre dimensionar la instal·lació de calefacció.

En el cas de l'humitat relativa exterior de l'ambient s'ha considerat 85%.



Provincia		Estación		Indicativo		
Lleida		Lleida (Observatori 2)		9771C		
UBICACIÓN: AEROPUERTO			Nº DE OBSERVACIONES Y PERIODO			
a.s.n.m. (m)	Lat.	Long.	T seca	Hum. relativa	T terreno	Rad
192	41°37'33"	00°35'42"E	83.944	14.602	9.358	
CONDICIONES PROYECTO CALEFACCIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÍNIMA)						
TSMIN (°C)	TS <sub>-99,6</sub> (°C)	TS <sub>-99</sub> (°C)	OMDC (°C)	HUMcoin (%)	OMA (°C)	
-9,8	-4,4	-2,8	10,0	95,5	40,0	
CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÁXIMA)						
TSMAX (°C)	TS <sub>+0,4</sub> (°C)	THC <sub>+0,4</sub> (°C)	TS <sub>-1</sub> (°C)	THC <sub>-1</sub> (°C)	TS <sub>-2</sub> (°C)	THC <sub>-2</sub> (°C)
39,5	35,6	22,3	34,0	22,2	32,4	22,0
CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA HÚMEDA EXTERIOR MÁXIMA)						
TH <sub>+0,4</sub> (°C)	TSC <sub>+0,4</sub> (°C)	TH <sub>-1</sub> (°C)	TSC <sub>-1</sub> (°C)	TH <sub>-2</sub> (°C)	TSC <sub>-2</sub> (°C)	
24,0	24,0	23,1	23,1	22,6	22,6	
VALORES MEDIOS MENSUALES						
Mes	TA (°C)	TASOL (°C)	GD <sub>+5</sub> (°C)	GD <sub>+0</sub>	GDR <sub>+0</sub>	RADH (kWh/m² día)
Enero	5,1	7,0	309	463	0	
Febrero	6,9	9,4	233	370	0	
Marzo	11,2	13,9	145	278	4	
Abril	13,7	16,4	87	200	11	
Mayo	18,2	20,5	29	105	48	
Junio	23,0	25,7	4	31	122	
Julio	24,6	27,1	1	13	148	
Agosto	24,4	26,9	1	15	139	
Septiembre	20,4	23,2	9	53	62	
Octubre	15,8	18,6	45	139	15	
Noviembre	8,9	11,5	178	309	0	
Diciembre	4,8	6,2	295	437	0	
Rosa de los vientos: velocidad media 2,55 m/s						

Rosa de los vientos: velocidad media 2,55 m/s

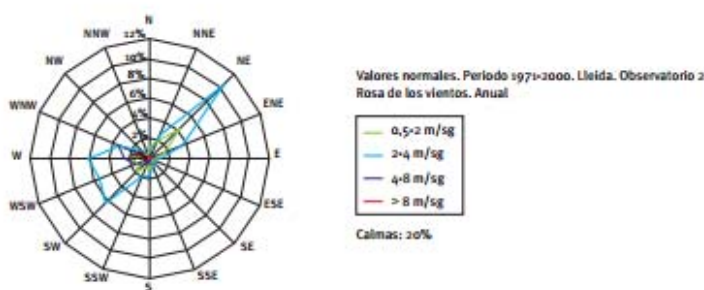


Figura 2.1. Condicions exteriors de càlcul per la localitat de Lleida. Font:IDAE

### 2.1.3. Condicions interiors de càlcul

Les condicions interiors de càlcul seran en funció de l'activitat metabòlica, del aïllament tèrmic de la vestimenta i del percentatge estimat d'insatisfets (PPD). Segons el RITE IT.01, per a persones amb una activitat metabòlica sedentària de 1,2 met, 1 clo de vestimenta a l'hivern i un PPD entre el 10% i el 15%, els valors de temperatura operativa i humitat relativa estaran compresos entre els límits de la taula següent.



Estación	Temperatura operativa °C	Humedad relativa %
Verano	23...25	45...60
Invierno	21...23	40...50

Taula 2.1. Condicions interiors de càlcul

Per la determinació de la temperatura interior correcta segons els requisits de l'edificació i el seu ús es seguirà el procediment que especifica la norma UNE-EN 12831:2003 complementant-se amb la norma UNE-EN ISO 7730.

Per la comprovació de les condicions anteriors, per l'activitat metabòlica, s'ha incorporat la Taula 2.2 referent al que estipula la norma UNE-EN ISO 8996:2005.

Actividad	W·m <sup>-2</sup>
Dormir	40
Recostado	45
Descanso, sentado	55
Descanso, de pie	70
Caminar en horizontal, suelo llano y firme	
1. Sin carga	
a 2 km·h <sup>-1</sup>	110
a 3 km·h <sup>-1</sup>	140
a 4 km·h <sup>-1</sup>	165
a 5 km·h <sup>-1</sup>	200
2. Con carga	
10 kg, 4 km·h <sup>-1</sup>	185
30 kg, 4 km·h <sup>-1</sup>	250
Caminar cuesta arriba, suelo liso y firme	
1. Sin carga	
Inclinación de 5°, 4 km·h <sup>-1</sup>	180
Inclinación de 15°, 3 km·h <sup>-1</sup>	210
Inclinación de 25°, 3 km·h <sup>-1</sup>	300
2. Con una carga de 20 kg	
Inclinación de 15°, 4 km·h <sup>-1</sup>	270
Inclinación de 25°, 4 km·h <sup>-1</sup>	410
Caminar cuesta abajo a 5 km·h <sup>-1</sup> , sin carga	
Inclinación de 5°	135
Inclinación de 15°	140
Inclinación de 25°	180
Subir por una escalera de mano, inclinada 70°, a un velocidad de 11,2 m·min <sup>-1</sup>	
sin carga	290
con una carga de 20 kg	360
Empujar o tirar de una vagoneta, 3,6 km·h <sup>-1</sup> , suelo llano y firme	
fuerza de empuje: 12 kg	290
fuerza de tiro: 16 kg	375
Empujar una carretilla, suelo llano, 4,5 km·h <sup>-1</sup> , ruedas de goma, 100 kg de carga	230
Limar hierro	
42 golpes de lima/min	100
60 golpes de lima/min	190
Trabajar con un mazo, a 2 manos, peso del mazo 4,4 kg, 15 golpes/min	290
Trabajo de carpintería	
serrado a mano	220
serrado a máquina	100
cepillado a mano	300
Colocar ladrillos, 5 ladrillos/min	170
Atornillar	100
Cavar una zanja	290
Actividad sedentaria (oficina, hogar, escuela, laboratorio)	70
De nie. actividad ligera (comprar, laboratorio, industria ligera)	95

Taula 2.2. Nivells metabòlics de diferents activitats.





En la taula 4 es pot apreciar els nivells metabòlics de diferents activitats, que van des de estar en un estat de relaxació fins fer esport. En el cas de l'escola, es pot observar que és una activitat sedentària amb un nivell metabòlic de  $70 \text{ W/m}^2$  (o 1,2 met).

També depèn del percentatge estimat d'insatisfets (PPD) i del vot mitjà estimat (PMV). La qualitat tèrmica desitjada en un espai es pot classificar en tres categories (A, B o C) segons la Taula 2.3 inclosa a l'apèndix A de la UNE-EN 12831:2003.

**Tabla A.1**  
**Tres categorías de ambientes térmicos interiores**

Categorías de ambientes térmicos interiores	Estado térmico del cuerpo en su conjunto	
	Porcentaje estimado de insatisfechos PPD	Voto medio estimado PMV
A	< 6%	$-0,2 < PMV < +0,2$
B	< 10%	$-0,5 < PMV < +0,5$
C	< 15%	$-0,7 < PMV < +0,7$

**Taula 2.3. Categories d'ambients tèrmics interiors.**

Pel càlcul del PMV i PPD s'utilitzarà l'Equació 2.1 i l'Equació 2.2.

$$PMV = [0,303 \cdot \exp(-0,036 \cdot M) + 0,028]$$

**Equació 2.1**

On:

M = Índex metabòlic en  $\text{W/m}^2$

$$PPD = 100 - 95 \cdot \exp(-0,03353 \cdot PMV^4 - 0,2179 \cdot PMV^2)$$

**Equació 2.2**

Els resultats de les equacions anteriors ha set  $PMV=0,0524$  i  $PPD=5,06\%$ . D'aquesta manera seguint les condicions i taules anteriors obtingudes, la categoria d'ambient tèrmic interior és la A. Seguint el criteri seguit, es selecciona un rang de temperatures interiors de disseny a partir de la Taula 2.4.



Tipo de edificio/espacio	Vestimenta invierno	Actividad	Categoría de los ambientes térmicos interiores	Temperatura operativa, invierno
Oficina normal	1,0	1,2	A	21,0 – 23,0
			B	20,0 – 24,0
			C	19,0 – 25,0
Oficina con paisaje	1,0	1,2	A	21,0 – 23,0
			B	20,0 – 24,0
			C	19,0 – 25,0
Sala de conferencias	1,0	1,2	A	21,0 – 23,0
			B	20,0 – 24,0
			C	19,0 – 25,0
Auditorio	1,0	1,2	A	21,0 – 23,0
			B	20,0 – 24,0
			C	19,0 – 25,0
Cafetería/Restaurante	1,0	1,2	A	21,0 – 23,0
			B	20,0 – 24,0
			C	19,0 – 25,0
Aula	1,0	1,2	A	21,0 – 23,0
			B	20,0 – 24,0
			C	19,0 – 25,0
Guardería	1,0	1,2	A	21,0 – 23,0
			B	20,0 – 24,0
			C	19,0 – 25,0
Centro comercial	1,0	1,6	A	17,5 – 20,5
			B	16,0 – 22,0
			C	15,0 – 23,0
Viviendas	1,0	1,2	A	21,0 – 23,0
			B	20,0 – 24,0
			C	19,0 – 25,0
Aseo	0,2	1,6	A	24,5 – 25,5
			B	23,5 – 26,5
			C	23,0 – 27,0
Iglesia	1,5	1,3	A	16,5 – 19,5
			B	15,0 – 21,0
			C	14,0 – 22,0
Museo/Galería	1,5	1,6	A	17,5 – 20,5
			B	16,0 – 22,0
			C	15,0 – 23,0

Taula 2.4. Temperatura interior segons el tipus de local i la categoria d'ambients tèrmics interiors.

Segons la taula 4, per les zones destinades a aules escolars, el rang de temperatures interiors de disseny serà l'interval entre 21 i 23 °C. La temperatura elegida ha set de 21°C per dur a terme el càlcul. En el cas de la humitat relativa, s'ha considerat adient pel càlcul la intermèdia del interval que ofereix el RITE, és a dir 45% a l'hivern.

Les estàncies no calefactades no seran objecte d'estudi però si que tenen certa importància al càlcul de les que sí estan calefactades. Al moment que una estància rep calor i l'annexa no, hi ha una transferència de calor entre elles, no tant gran com cap a l'exterior però considerable. Per poder fer un estudi d'aquestes zones, s'ha seguit la taula del llibre "*Curso de Instalador de Calefacción, Climatización i Agua Caliente Sanitaria*"



Tipus de local	Temperatura exterior de projecte (°C)			
	+3	0	-4	-8
Locals rodejats d'altres amb calefacció	12	10	8	5
Soterrani	13	13	10	7
Terreny sota la solera del soterrani	12	10	8	7
Terreny en contacte amb murs de contenció del soterrani.	7	5	2	0
Terreny sota la solera de la planta baixa	7	5	2	0
Àtic amb forjat pla i coberta inclinada	13	10	8	5
Àtic amb forjat inclinat	10	8	5	0

Taula 2.5. Temperatures interiors en espais no calefactats de l'interior de l'edifici.

Els valors de la taula ens permeten saber la quantitat de calor que es transmet per la paret, sostre o terra i pels tancaments a locals no calefactats.

#### 2.1.4. Definició dels espais de càlcul

En les següents taules Taula 2.6 i Taula 2.7 es fa un resum de totes les zones de l'edifici, especificant si estan o no calefactades i la temperatura interior de disseny en cada cas pel càlcul de les pèrdues energètiques de l'edifici.

Planta baixa		
Espai	Calefactat	Temperatura interior de disseny (°C)
Aula 1	Sí	21
Aula 2	Sí	21
Cuina	No	8
Distribuïdor 1	Sí	21
Tram escala	No	8
Sota escala	No	8
Bany 1	No	8
Magatzem	No	8

Taula 2.6. Espais de càlcul de la planta baixa.



Primera planta		
Espai	Calefactat	Temperatura interior de disseny (°C)
Aula informàtica	Sí	21
Aula 3	Sí	21
Sala de material 2	No	8
Sala de material	No	8
Bany 2	No	8
Distribuïdor 2	Sí	21
Distribuïdor 3	Sí	21
Aula psicomotricitat	Sí	21
Escala i replà	No	8
Despatx	Si	21

Taula 2.7. Espais de càlcul de la primera planta.

### 2.1.5. Càlcul de les càrregues tèrmiques

Abans de dimensionar l'instal·lació de calefacció s'han de tenir molt presents les pèrdues tèrmiques que té l'edifici i cada zona. Aquestes pèrdues energètiques s'han de compensar amb el sistema de calefacció per garantir unes condicions interiors prefixades anteriorment. El mètode de càlcul contempla l'existència de dos càrregues tèrmiques, la càrrega tèrmica per transmissió de calor a través dels tancaments cap als locals no climatitzats o l'exterior, i la càrrega tèrmica per refredament per infiltració de l'aire exterior. Solament es tindran el compte les zones calefactades pel càlcul de les càrregues.

Es calcularà en la situació més desfavorable, d'aquesta manera s'ometen els possibles guanys de calor per aportacions internes i externes. Aquests tipus de aportacions són els guanys interns per il·luminació, la que es dona per els ocupants com a calor corporal, l'aportació dels diferents aparells elèctrics i l'aportació per radiació incident en les superfícies de l'edifici provinents del Sol.

L'expressió que s'utilitzarà pel càlcul de les càrregues tèrmiques serà la següent:

$$Q_{tot} = (Q_{trans} + Q_{inf}) \cdot (1 + Z)$$

Equació 2.3

On:

$Q_{tot}$  = Pèrdua de calor total del local (W)

$Q_{trans}$  = Pèrdua de calor sensible per transmissió a través dels tancaments (W)

$Q_{inf}$  = Pèrdua de calor sensible per infiltracions de l'aire exterior (W)



$Z$  =Suplements.

#### 2.1.5.1. Pèrdua de calor sensible per transmissió a través dels tancaments

S'expressa amb la formula:

$$Q_{trans} = \sum (K_i \cdot A_i \cdot (T_i - T_e))$$

Equació 2.4.

On:

$K_i$  = Coeficient de transmissió tèrmic del tancament ( $W/m^2\text{°C}$ ).

$A_i$  = Superfície del tancament ( $m^2$ ).

$T_i$  = Temperatura interior de disseny del local ( $\text{°C}$ ).

$T_e$  =Temperatura exterior o a l'altre costat del tancament ( $\text{°C}$ ).

En el cas de tancaments compostos amb diferents capes de diferents materials i espessors, el coeficient de transmissió tèrmic es calcula de la manera següent:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{h_e} + \sum \frac{e_i}{\lambda_i} + \sum R + \frac{1}{h_i}}$$

Equació 2.5

On:

$1/h_e$  = Resistència tèrmica superficial exterior ( $m^2\text{°C}/W$ ).

$1/h_i$  = Resistència tèrmica superficial interior ( $m^2\text{°C}/W$ ).

$e$  = Espessor de les capes dels diferents tancaments (m).

$\lambda$  = Conductivitat tèrmica dels diferents tancaments ( $W/m\text{°C}$ ).

$R$  = Resistències tèrmiques superficials ( $m^2\text{°C}/W$ ).

Segons el CTE en l'Apèndix E, E1.1, aquest càlcul és aplicable a la part opaca dels tancaments en contacte amb l'aire com murs de façana, cobertes i terres en contacte amb l'aire exterior. De la mateixa manera es calcularan els ponts tèrmics integrats en els tancaments els quals la superfície sigui superior a  $0,5 m^2$ .



La Taula 2.8 i la Taula 2.9 mostren la conductivitat tèrmica  $\lambda$  i la densitat de diferents materials de construcció.

Materials	Densidad aparente (Kg/m³)	Conductividad térmica (W/m °C)
<b>ROCAS Y SUELOS NATURALES</b>		
Rocas y terrenos		
- Rocas compactas	2500 - 3000	3,50
- Rocas porosas	1700 - 2500	2,33
- Arena con humedad natural	1700	1,40
- Suelo coherente humedad natural	1800	2,10
Arçilla	2100	0,93
Materials suelos de relleno desecados al aire, en forjados. ...		
- Arena	1500	0,58
- Grava rodada o de machaqueo	1700	0,81
- Escoria de carbón	1200	0,19
- Casco de ladrillo	1300	0,41
<b>PASTAS, MORTEROS Y HORMIGONES</b>		
Revestimientos continuos		
- Morteros de cal y bastardos	1600	0,87
- Mortero de cemento	2000	1,40
- Enlucido de yeso	800	0,30
- Enlucido de yeso con perlita	570	0,18
Hormigones normales y ligeros		
- Hormigón armado (normal)	2400	1,63
- Hormigón con áridos ligeros	600	0,17
- Hormigón con áridos ligeros	1000	0,33
- Hormigón con áridos ligeros	1400	0,55
- Hormigón celular con áridos síliceos	600	0,34
- Hormigón celular con áridos síliceos	1000	0,67
- Hormigón celular con áridos síliceos	1400	1,09
- Hormigón celular sin áridos	305	0,09
- Hormigón en masa con grava normal con áridos ligeros	1600	0,73
- Hormigón en masa con grava normal con áridos ordinarios, sin vibrar	2000	1,16
- Hormigón en masa con grava normal con áridos ordinarios, vibrado	2400	1,63
- Hormigón en masa con arcilla expandida	500	0,12
- Hormigón en masa con arcilla expandida	1500	0,55
Fábricas de bloques de hormigón incluidas juntas (1)		
- Con ladrillos silicoalcalinos macizos	1600	0,79
- Con ladrillos silicoalcalinos perforados	2500	0,56
- Con bloques huecos de hormigón	1000	0,44
- Con bloques huecos de hormigón	1200	0,49
- Con bloques huecos de hormigón	1400	0,56
- Con bloques de hormigón celular curado vapor	600	0,35
- Con bloques de hormigón celular curado vapor	800	0,41
- Con bloques de hormigón celular curado vapor	1000	0,47
- Con bloques de hormigón celular curado aire	800	0,44
- Con bloques de hormigón celular curado aire	1000	0,56
- Con bloques de hormigón celular curado aire	1200	0,70
Placas o paneles		
- Cartón-yeso	900	0,18
- Hormigón con fibra de madera	450	0,08
- Placas de escayola	800	0,30
<b>LADRILLOS Y PLAQUETAS</b>		
- Fábrica de ladrillo macizo	1800	0,87
- Fábrica de ladrillo perforado	1600	0,76
- Fábrica de ladrillo hueco	1200	0,49
- Plaquetas	2000	1,05

Taula 2.8. Conductivitats tèrmiques de diferents materials de construcció 1.



Materials	Densidad aparente (Kg/m³)	Conductividad térmica (W/m°C)
VIDRIO (2)		
- Vidrio plano para acristalar	2500	0,95
METALES		
- Fundición y acero	7850	58
- Cobre	8900	384
- Bronce	8500	64
- Aluminio	2700	204
MADERA		
- Maderas frondosas	800	0,21
- Maderas de coníferas	600	0,14
- Contrachapado	600	0,14
- Tablero aglomerado de partículas	650	0,08
PLASTICOS Y REVESTIMIENTOS DE SUELOS		
- Uníleo	1200	0,19
- Moquetas, alfombras	1000	0,05
MATERIALES BITUMINOSOS		
- Asfalto	2100	0,19
- Betón	1050	0,17
- Láminas bituminosas	1100	0,19
MATERIALES AISLANTES TERMICOS		
- Arcilla expandida	300	0,085
- Arcilla expandida	450	0,114
- Aglomerado de corcho UNE 5.690	110	0,039
- Espuma elastomérica	60	0,034
- Fibra vidrio		
Tipo I	10 - 18	0,044
Tipo II	19 - 30	0,037
Tipo III	31 - 45	0,034
Tipo IV	46 - 65	0,033
Tipo V	66 - 90	0,033
Tipo VI	91	0,036
- Lana mineral		
Tipo I	30 - 50	0,042
Tipo II	51 - 70	0,040
Tipo III	71 - 90	0,038
Tipo IV	91 - 120	0,038
Tipo V	121 - 150	0,038
- Perla expandida	130	0,047
- Poliestireno expandido UNE 53.310		
Tipo I	10	0,057
Tipo II	12	0,044
Tipo III	15	0,037
Tipo IV	20	0,034
Tipo V	25	0,033
- Polietileno extrusionado	33	0,033
- Polietileno reticulado	30	0,038
- Polisocianurato, espuma de	35	0,026
- Poliuretano conformado, espuma de		
Tipo I	32	0,023
Tipo II	35	0,023
Tipo III	40	0,023
Tipo IV	80	0,040
- Poliuretano aplicado in situ, espuma de		
Tipo I	35	0,023
Tipo II	40	0,023
- Urea formol, espuma de	10 - 12	0,034
- Urea formol, espuma de	12 - 14	0,035
- Vermiculita expandida	120	0,035
- Vidrio celular	160	0,044

Taula 2.9. Conductivitats tèrmiques de diferents materials de construcció 2.

Per al càlcul de les resistències tèrmiques superficials interiors i exteriors ( $1/h_i$  i  $1/h_e$ , respectivament) el CTE dona uns valors segons la posició del tancament i sentit del flux de calor.

En la Taula 2.10 es refereix a les resistències tèrmiques superficials d'aquells tancaments que estan en contacte amb l'aire exterior



Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor		R <sub>se</sub>	R <sub>si</sub>
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo horizontal		0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤60° y flujo ascendente		0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente		0,04	0,17

Taula 2.10. Resistències tèrmiques superficials de tancaments en contacte amb l'aire exterior en m<sup>2</sup>K/W

Nota:

$$R_{si} = 1/h_i$$

$$R_{se} = 1/h_e$$

Equació 2.6.

La Taula 2.11 ofereix uns valors de resistències tèrmiques superficials en funció dels mateixos criteris però per particions interiors.

Posición de la <i>partición interior</i> y sentido del flujo de calor		R <sub>se</sub>	R <sub>si</sub>
<i>Particiones interiores</i> verticales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo horizontal		0,13	0,13
<i>Particiones interiores</i> horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤60° y flujo ascendente		0,10	0,10
<i>Particiones interiores</i> horizontales y flujo descendente		0,17	0,17

Taula 2.11. Resistències tèrmiques superficials de tancaments de particions interiors en m<sup>2</sup>K/W





### 2.1.5.2. Pèrdua de calor sensible per infiltracions de l'aire exterior

El volum o quantitat d'aire que penetra en els locals calefactats per l'acció del vent i per l'efecte xemeneia i depèn de l'hermeticitat de les unions dels diferents components que componen la construcció.

La quantitat de calor a sumar per compensar les pèrdues de calor causades per l'infiltració, s'avaluen per la fórmula empírica:

$$Q_{inf} = V \cdot c_{p_{air}} \cdot P_{e_{air}} \cdot \eta_{ren} \cdot (T_i - T_e)$$

Equació 2.7

On:

$V$  = Volum de l'espai ( $m^3$ ).

$c_{p_{air}}$  = Calor específic de l'aire ( $J/Kg \cdot K$ ).

$P_{e_{air}}$  = Pes específic de l'aire sec ( $kg/m^3$ ).

$\eta_{ren}$  = Nombre de renovacions/hora ( $h^{-1}$ ).

$T_i$  = Temperatura interior de disseny del local ( $^{\circ}C$ ).

$T_e$  = Temperatura exterior o a l'altre costat del tancament ( $^{\circ}C$ ).

El volum de l'espai es calcularà a partir de la superfície del local i la seva altura, sent el producte d'ambdós termes.

Pel calor específic es seguiran els valors obtinguts en la Taula 2.12, on es mostren diferents calors específics de l'aire en funció de la temperatura. La font és <http://physics.tutorcircle.com>.

Temperature(K)	$C_p(kJ/kg.K)$
250	1.003
300	1.005
350	1.008
400	1.013
450	1.020
500	1.029
550	1.040

Taula 2.12. Calor específic de l'aigua a diverses temperatures.



Pel càlcul la temperatura referència per determinar el calor específic serà de 20 °C (393 K), d'aquesta manera interpolant els valors de la Taula 2.12 es tindrà:  $c_{p_{air}} = 1012 \text{ J/Kg}\cdot\text{K}$ .

Pel pes específic de l'aire, s'ha pres el valor a una temperatura de 10 °C.  $P_{e_{air}} = 1,24 \text{ kg/m}^3$ .

Segons el tipus d'edifici i els tancaments s'ha estimat que el nombre de renovacions per infiltracions d'aire als locals és 1 cada hora.  $\eta_{ren} = 1 \text{ renovació/h}$ .

### 2.1.5.3. Suplements

Per aquest cas particular s'afegiran tres complements:

$Z_o$  = El suplement per orientació de la façana.

$Z_{int}$  = Suplement per interrupció del servei.

$Z_s$  = Factor de seguretat.

De manera que:

$$Z = Z_o + Z_{int} + Z_s$$

Equació 2.8

En el cas del suplement per orientació de façana ( $Z_o$ ) no pateix les mateixes pèrdues una cara de l'edifici que dona al Nord o una que dona al Sud. La orientació dels tancaments és motiu de una cessió addicional de calor a causa del grau d'humitat, influència del vent o per radiació.

Aquests venen donats per la Taula 2.13.

Orientació	S	O	N	E
Suplement	0	0,035	0,07	0,035

Taula 2.13. Suplement per orientació.

Pel cas de l'edifici estudiat, les façanes no estan orientades exactament als punts cardinals, per aquest motiu els suplements per orientació utilitzats seran els representats a la següent taula.

Orientació	SE	SO	NE	NO
Suplement	0,0175	0,0175	0,0525	0,0525

Taula 2.14. Suplement per orientació 2.

L' interrupció del servei de calefacció durant una par del dia obliga a una despesa energètica suplementària que tindrem en compte i li direm suplement per interrupció de servei ( $Z_{int}$ ). Segons les hores d'interrupció i e tipus d'instal·lació, el coeficient serà diferent. La taula esta extreta del llibre "Manual de Calefacció" .



Material	Tipo de instalación		
	Instalaciones de aire caliente	Instalaciones de agua caliente	Suelo radiante
Continuo con reducción nocturna	0,12	0,08	0,05
De 16 a 18 h/día	0,15	0,10	0,08
De 12 a 16 h/día	0,20	0,12	0,10
De 8 a 12 h/día	0,25	0,15	0,12
De 6 a 8 h/día	0,30	0,20	0,15
De 4 a 6 h/día	0,35	0,25	0,20

**Taula 2.15. Suplement per interrupció.**

El coeficient d'interrupció idoni estarà relacionat amb el horari de classes de l'escola, ja que no és un edifici residencial on s'hi convisqui, a les hores nocturnes no estarà habitat. El horari de l'alumnat és de 9h a 17h (8h) amb la parada per dinar inclosa. Podem garantir que degut a l'inèrcia tèrmica del sistema de calefacció les estàncies estaran calefactades un temps prolongat per als serveis de neteja sense necessitat que el sistema estigui funcionant. Afegir un temps inicial abans de l'inici de classes per a que les zones ja estiguin calefactades o prop de la temperatura estipulada al iniciar-se les classes.

S'ha determinat doncs un temps de funcionament de unes 10 hores i d'aquesta manera la reducció nocturna o parada nocturna serà de 14 h. Segons els valors de la Taula 2.15, essent l'instal·lació d'aigua calenta i una parada de 12 a 16h/dia, el coeficient elegit ha set 0,12.

S'ha estimat un coeficient de seguretat ( $Z_s$ ) del 10% per garantir el confort per uns hipotètics casos desfavorables no contemplats en el present projecte, com per exemple un augment de les imperfeccions estructurals de l'edifici conseqüència del desgast d'aquest i de l'antiguitat, o una baixada de la temperatura ambient per davall de la considerada pel càlcul.

### **2.1.6. Resultats de les càrregues tèrmiques de l'edifici**

A partir del càlcul descrit anteriorment, les següents fitxes mostren les càrregues tèrmiques per transmissió, infiltració i els suplements de cada local, així com tots els tancaments i particions interiors tingudes en compte en el càlcul. Solament s'han considerat les superfícies calefactades però s'han tingut en compte les que no hi estan.

El suplement per orientació ja s'ha incorporat en la transmissió i no s'ha desglossat com els altres suplements, per a una més fàcil interpretació dels resultats.



## LOCAL AULA 1

### Característiques generals

<b>Superfície</b> 40,82 m <sup>2</sup>	<b>Altura</b> 2,6 m	<b>Planta</b> Baixa	<b>Ús</b> Classes
---	------------------------	------------------------	----------------------

### Condicions interiors

<b>T° interior</b> 21 °C	<b>Humitat relativa interior</b> 40%	<b>T° locals no calefactats</b> 8 °C
-----------------------------	---	---

### Condicions exteriors

<b>T° exterior</b> -4,4 °C	<b>Humitat relativa exterior</b> 85%	<b>T° Terreny</b> 7 °C
-------------------------------	---	---------------------------

## CÀRREGUES TÈRMIQUES

### Càrregues per transmissió

#### Tancaments a l'exterior

Nom	Orientació	Superfície	Transmitància	Color	$Q_{trans} (W)$
Mur exterior 1	NE	16,34 m <sup>2</sup>	1,13 W/ m <sup>2</sup> °C	Clar	<b>493,61</b>
Mur exterior 1	NO	16,458 m <sup>2</sup>	1,13 W/ m <sup>2</sup> °C	Clar	<b>497,18</b>
Mur exterior 1	SO	11,25 m <sup>2</sup>	1,13 W/ m <sup>2</sup> °C	Clar	<b>328,55</b>

#### Finestres a l'exterior

Nom	Nº iguals	Superfície	Transmitància	Orientació	$Q_{trans} (W)$
Finestra Corredissa	5	2,04 m <sup>2</sup>	3,27 W/ m <sup>2</sup> °C	SO	<b>862,02</b>
Finestra Corredissa	5	0,58 m <sup>2</sup>	3,48 W/ m <sup>2</sup> °C	NE	<b>269,79</b>

#### Tancaments interiors

Nom	Superfície	Transmitància	$Q_{trans} (W)$
Sòl al terreny	40,82 m <sup>2</sup>	1,33 W/ m <sup>2</sup> °C	<b>760,07</b>
Forjat	12,76 m <sup>2</sup>	1,67 W/ m <sup>2</sup> °C	<b>242,92</b>



### Particions interiors

Nom	Superfície	Transmitància	$Q_{trans} (W)$
Envà 2	8,632 m <sup>2</sup>	2,2 W/ m <sup>2</sup> °C	246,88

Total transmissió (W) **3701,02**

### Suplements

Nom	Increment percentual	$Z (W)$
Càrregues per intermitència d'ús ( $Z_{int}$ )	12%	444,12
Factor de seguretat ( $Z_s$ )	10%	370,10

Total transmissió amb suplements (W) **4515,24**

### Carregues per infiltració (W)

$Q_{inf}(W)$
939,68

<b>POTÈNCIA TÈRMICA TOTAL (W)</b>	$Q_{tot}$
	5454,92



## LOCAL AULA 2

### Característiques generals

<b>Superfície</b>	<b>Altura</b>	<b>Planta</b>	<b>Ús</b>
40,85 m <sup>2</sup>	2,6 m	Baixa	Classes

### Condicions interiors

<b>Tº interior</b>	<b>Humitat relativa interior</b>	<b>Tº locals no calefactats</b>
21 ºC	40%	8 ºC

### Condicions exteriors

<b>Tº exterior</b>	<b>Humitat relativa exterior</b>	<b>Tº Terreny</b>
-4,4 ºC	85%	7 ºC

## CÀRREGUES TÈRMIQUES

### Càrregues per transmissió

#### Tancaments a l'exterior

Nom	Orientació	Superfície	Transmitància	Color	$Q_{trans} (W)$
Mur exterior 1	NE	16,52 m <sup>2</sup>	1,13 W/ m <sup>2</sup> ºC	Clar	499,11
Mur exterior 1	SE	16,458 m <sup>2</sup>	1,13 W/ m <sup>2</sup> ºC	Clar	480,64
Mur exterior 1	SO	11,25 m <sup>2</sup>	1,13 W/ m <sup>2</sup> ºC	Clar	327,03

#### Finestres a l'exterior

Nom	Nº iguals	Superfície	Transmitància	Orientació	$Q_{trans} (W)$
Finestra Corredissa	5	2,04 m <sup>2</sup>	3,27 W/ m <sup>2</sup> ºC	SO	862,02
Finestra Corredissa	5	0,58 m <sup>2</sup>	3,48 W/ m <sup>2</sup> ºC	NE	269,79

#### Tancaments interiors

Nom	Superfície	Transmitància	$Q_{trans} (W)$
Sòl al terreny	40,85 m <sup>2</sup>	1,33 W/ m <sup>2</sup> ºC	760,63



### Particions interiors

Nom	Superfície	Transmitància	$Q_{trans}(W)$
Envà 2	8,632 m <sup>2</sup>	2,2 W/ m <sup>2</sup> °C	246,88

Total transmissió (W) **3446,10**

### Suplements

Nom	Increment percentual	Z (W)
Càrregues per intermitència d'ús ( $Z_{int}$ )	12%	413,53
Factor de seguretat ( $Z_s$ )	10%	344,61

Total transmissió amb suplements (W) **4204,24**

### Carregues per infiltració (W)

$Q_{inf}$
940,37

<b>POTÈNCIA TÈRMICA TOTAL (W)</b>	$Q_{tot}$
	5144,61



## LOCAL DISTRIBUÏDOR 1

### Característiques generals

<b>Superfície</b> 9 m <sup>2</sup>	<b>Altura</b> 2,6 m	<b>Planta</b> Baixa	<b>Ús</b> Zona de pas. Entrada edifici.
---------------------------------------	------------------------	------------------------	--

### Condicions interiors

<b>T° interior</b>  21 °C	<b>Humitat relativa interior</b>  40%	<b>T° locals no calefactats</b>  8 °C
---------------------------------	---	---

### Condicions exteriors

<b>T° exterior</b>  -4,4 °C	<b>Humitat relativa exterior</b>  85%	<b>T° Terreny</b>  7 °C
-----------------------------------	---	-------------------------------

## CÀRREGUES TÈRMIQUES

### Càrregues per transmissió

#### Tancaments a l'exterior

Nom	Orientació	Superfície	Transmitància	Color	$Q_{trans} (W)$
Mur exterior 2	SO	8,41 m <sup>2</sup>	0,99 W/m <sup>2</sup> °C	Clar	215,13

#### Portes a l'exterior

Nom	Nº iguals	Superfície	Transmitància	Orientació	$Q_{trans} (W)$
Porta exterior edifici	1	4,28 m <sup>2</sup>	3,2 W/m <sup>2</sup> °C	SO	361,71

#### Tancaments interiors

Nom	Superfície	Transmitància	$Q_{trans} (W)$
Sòl al terreny	9 m <sup>2</sup>	1,33 W/m <sup>2</sup> °C	167,58
Forjat	4,41 m <sup>2</sup>	1,67 W/m <sup>2</sup> °C	95,74





### Particions interiors

Nom	Superfície	Transmitància	$Q_{trans}(W)$
Envà 2	6,37 m <sup>2</sup>	2,2 W/m <sup>2</sup> °C	<b>182,12</b>

### Portes interiors

Nom	Nº iguals	Superfície	Transmitància	$Q_{trans}(W)$
Portes interiors	4	1,58 m <sup>2</sup>	4 W/m <sup>2</sup> °C	<b>328,64</b>

**Total transmissió (W)** **1350,92**

### Suplements

Nom	Increment percentual	$Z(W)$
Càrregues per intermitència d'ús ( $Z_{int}$ )	12%	<b>162,11</b>
Factor de seguretat ( $Z_s$ )	10%	<b>135,09</b>

**Total transmissió amb suplements (W)** **1648,13**

### Carregues per infiltració (W)

$Q_{inf}$
<b>207,18</b>

<b>POTÈNCIA TÈRMICA TOTAL (W)</b>	$Q_{tot}$
	<b>1855,31</b>



## LOCAL AULA D'INFORMÀTICA

### Característiques generals

<b>Superfície</b> 14,61 m <sup>2</sup>	<b>Altura</b> 2,6 m	<b>Planta</b> Primera	<b>Ús</b> Classes amb ordenadors.
---	------------------------	--------------------------	--------------------------------------

### Condicions interiors

<b>T° interior</b> 21 °C	<b>Humitat relativa interior</b> 40%	<b>T° locals no calefactats</b> 8 °C
-----------------------------	---	---

### Condicions exteriors

<b>T° exterior</b> -4,4 °C	<b>Humitat relativa exterior</b> 85%	<b>T° Terreny</b> 7 °C
-------------------------------	---	---------------------------

## CÀRREGUES TÈRMIQUES

### Càrregues per transmissió

#### Tancaments a l'exterior

Nom	Orientació	Superfície	Transmitància	Color	$Q_{trans} (W)$
Mur exterior 1	NE	6,368 m <sup>2</sup>	1,13 W/m <sup>2</sup> °C	Clar	<b>192,37</b>
Mur exterior 1	NO	16,458 m <sup>2</sup>	1,13 W/m <sup>2</sup> °C	Clar	<b>497,18</b>
Mur exterior 1	SO	6,368 m <sup>2</sup>	1,13 W/m <sup>2</sup> °C	Clar	<b>185,97</b>

#### Finestres a l'exterior

Nom	Nº iguals	Superfície	Transmitància	Orientació	$Q_{trans} (W)$
Finestra	2	0,781 m <sup>2</sup>	3,3 W/m <sup>2</sup> °C	NE	<b>137,80</b>
Finestra	2	0,781 m <sup>2</sup>	3,3 W/m <sup>2</sup> °C	SO	<b>133,22</b>

#### Tancaments interiors

Nom	Superfície	Transmitància	$Q_{trans} (W)$
Coberta	14,61 m <sup>2</sup>	1,81 W/m <sup>2</sup> °C	<b>301,46</b>



### Particions interiors

Nom	Superfície	Transmitància	$Q_{trans} (W)$
Envà 2	6,37m <sup>2</sup>	2,2 W/ m <sup>2</sup> °C	182,18

Total transmissió (W) 1630,18

### Suplements

Nom	Increment percentual	$Z (W)$
Càrregues per intermitència d'ús ( $Z_{int}$ )	12%	195,62
Factor de seguretat ( $Z_s$ )	10%	163,02

Total transmissió amb suplements (W) 1988,82

### Carregues per infiltració (W)

$Q_{inf}$
336,32

POTÈNCIA TÈRMICA TOTAL (W)	$Q_{tot}$
	2325,14



## LOCAL AULA 3

### Característiques generals

<b>Superfície</b> 13,45 m <sup>2</sup>	<b>Altura</b> 2,6 m	<b>Planta</b> Primera	<b>Ús</b> Classes.
---	------------------------	--------------------------	-----------------------

### Condicions interiors

<b>T° interior</b>	<b>Humitat relativa interior</b>	<b>T° locals no calefactats</b>
21 °C	40%	8 °C

### Condicions exteriors

<b>T° exterior</b>	<b>Humitat relativa exterior</b>	<b>T° Terreny</b>
-4,4 °C	85%	7 °C

## CÀRREGUES TÈRMIQUES

### Càrregues per transmissió

#### Tancaments a l'exterior

Nom	Orientació	Superfície	Transmitància	Color	$Q_{trans} (W)$
Mur exterior 1	SO	9,045 m <sup>2</sup>	1,13 W/m <sup>2</sup> °C	Clar	<b>264,15</b>

#### Finestres a l'exterior

Nom	Nº iguals	Superfície	Transmitància	Orientació	$Q_{trans} (W)$
Finestra	3	0,781 m <sup>2</sup>	3,3 W/m <sup>2</sup> °C	SO	<b>199,83</b>

#### Tancaments interiors

Nom	Superfície	Transmitància	$Q_{trans} (W)$
Coberta	13,45 m <sup>2</sup>	1,81 W/ m <sup>2</sup> °C	<b>277,53</b>

#### Particions interiors

Nom	Superfície	Transmitància	$Q_{trans} (W)$
Envà 1	8,41 m <sup>2</sup>	2,78 W/ m <sup>2</sup> °C	<b>303,94</b>



### Portes interiors

Nom	Nº iguals	Superfície	Transmitància	$Q_{trans} (W)$
Portes interiors	2	1,58 m <sup>2</sup>	4 W/ m <sup>2</sup> °C	<b>164,32</b>

**Total transmissió (W)** **1209,76**

### Suplements

Nom	Increment percentual	$Z (W)$
Càrregues per intermitència d'ús ( $Z_{int}$ )	12%	<b>145,17</b>
Factor de seguretat ( $Z_s$ )	10%	<b>120,98</b>

**Total transmissió amb suplements (W)** **1475,91**

### Carregues per infiltració (W)

$Q_{inf}$
<b>309,620</b>

<b>POTÈNCIA TÈRMICA TOTAL (W)</b>	$Q_{tot}$
	<b>1785,53</b>



## LOCAL DISTRIBUÏDOR 2

### Característiques generals

<b>Superfície</b> 4,59 m <sup>2</sup>	<b>Altura</b> 2,6 m	<b>Planta</b> Primera	<b>Ús</b> Zona de pas.
--	------------------------	--------------------------	---------------------------

### Condicions interiors

<b>T° interior</b>	<b>Humitat relativa interior</b>	<b>T° locals no calefactats</b>
21 °C	40%	8 °C

### Condicions exteriors

<b>T° exterior</b>	<b>Humitat relativa exterior</b>	<b>T° Terreny</b>
-4,4 °C	85%	7 °C

## CÀRREGUES TÈRMIQUES

### Càrregues per transmissió

#### Tancaments a l'exterior

Nom	Orientació	Superfície	Transmitància	Color	$Q_{trans} (W)$
Mur exterior 2	SO	5,67 m <sup>2</sup>	0,99 W/m <sup>2</sup> °C	Clar	145,02

#### Tancaments interiors

Nom	Superfície	Transmitància	$Q_{trans} (W)$
Coberta	4,59 m <sup>2</sup>	1,81 W/m <sup>2</sup> °C	94,71

#### Particions interiors

Nom	Superfície	Transmitància	$Q_{trans} (W)$
Envà 2	7,77 m <sup>2</sup>	2,2 W/m <sup>2</sup> °C	222,22



### Portes interiors

Nom	Nº iguals	Superfície	Transmitància	$Q_{trans} (W)$
Porta interior	1	1,58 m <sup>2</sup>	4 W/m <sup>2</sup> °C	82,16
Porta interior	1	1,83 m <sup>2</sup>	2 W/m <sup>2</sup> °C	47,58

Total transmissió (W) **591,69**

### Suplements

Nom	Increment percentual	$Z (W)$
Càrregues per intermitència d'ús ( $Z_{int}$ )	12%	71,00
Factor de seguretat ( $Z_s$ )	10%	59,17

Total transmissió amb suplements (W) **721,87**

### Carregues per infiltració (W)

$Q_{inf}$
105,66

<b>POTÈNCIA TÈRMICA TOTAL (W)</b>	$Q_{tot}$
	<b>827,53</b>



## LOCAL DISTRIBUÏDOR 3

### Característiques generals

<b>Superfície</b> 6,28 m <sup>2</sup>	<b>Altura</b> 2,6 m	<b>Planta</b> Primera	<b>Ús</b> Zona de pas.
--	------------------------	--------------------------	---------------------------

### Condicions interiors

<b>T° interior</b>	<b>Humitat relativa interior</b>	<b>T° locals no calefactats</b>
21 °C	40%	8 °C

### Condicions exteriors

<b>T° exterior</b>	<b>Humitat relativa exterior</b>	<b>T° Terreny</b>
-4,4 °C	85%	7 °C

## CÀRREGUES TÈRMIQUES

### Càrregues per transmissió

#### Tancaments a l'exterior

Nom	Orientació	Superfície	Transmitància	Color	$Q_{trans} (W)$
Mur exterior 2	SO	6,97 m <sup>2</sup>	0,99 W/m <sup>2</sup> °C	Clar	178,26

#### Finestres a l'exterior

Nom	Nº iguals	Superfície	Transmitància	Orientació	$Q_{trans} (W)$
Finestra	1	0,781 m <sup>2</sup>	3,3 W/m <sup>2</sup> °C	SO	66,61

#### Tancaments interiors

Nom	Superfície	Transmitància	$Q_{trans} (W)$
Coberta	6,28 m <sup>2</sup>	1,81 W/m <sup>2</sup> °C	129,58

#### Particions interiors

Nom	Superfície	Transmitància	$Q_{trans} (W)$
Envà 2	4,14 m <sup>2</sup>	2,2 W/m <sup>2</sup> °C	111,25





### Portes interiors

Nom	Nº iguals	Superfície	Transmitància	$Q_{trans} (W)$
Portes interiors	1	1,83 m <sup>2</sup>	2 W/m <sup>2</sup> °C	<b>47,58</b>

**Total transmissió (W)** **533,28**

### Suplements

Nom	Increment percentual	$Z (W)$
Càrregues per intermitència d'ús ( $Z_{int}$ )	12%	<b>63,99</b>
Factor de seguretat ( $Z_s$ )	10%	<b>53,33</b>

**Total transmissió amb suplements (W)** **650,60**

### Carregues per infiltració (W)

$Q_{inf}$
<b>144,57</b>

<b>POTÈNCIA TÈRMICA TOTAL (W)</b>	$Q_{tot}$
	<b>795,17</b>



## LOCAL DESPATX

### Característiques generals

<b>Superfície</b> 10,52 m <sup>2</sup>	<b>Altura</b> 2,6 m	<b>Planta</b> Primera	<b>Ús</b> Despatx i sala de juntes.
---	------------------------	--------------------------	--

### Condicions interiors

<b>T° interior</b> 21 °C	<b>Humitat relativa interior</b> 40%	<b>T° locals no calefactats</b> 8 °C
-----------------------------	---	---

### Condicions exteriors

<b>T° exterior</b> -4,4 °C	<b>Humitat relativa exterior</b> 85%	<b>T° Terreny</b> 7 °C
-------------------------------	---	---------------------------

## CÀRREGUES TÈRMIQUES

### Càrregues per transmissió

#### Tancaments a l'exterior

Nom	Orientació	Superfície	Transmitància	Color	$Q_{trans} (W)$
Mur exterior 1	NE	5,987 m <sup>2</sup>	1,13 W/m <sup>2</sup> °C	Clar	180,86

#### Finestres a l'exterior

Nom	Nº iguals	Superfície	Transmitància	Orientació	$Q_{trans} (W)$
Finestra tipus 1	1	0,781 m <sup>2</sup>	3,3 W/m <sup>2</sup> °C	NE	68,90
Finestra tipus 2	1	0,98 m <sup>2</sup>	3,3 W/m <sup>2</sup> °C	NE	86,46

#### Tancaments interiors

Nom	Superfície	Transmitància	$Q_{trans} (W)$
Coberta	10,52 m <sup>2</sup>	1,81 W/m <sup>2</sup> °C	217,07
Forjat	10,52 m <sup>2</sup>	1,67 W/m <sup>2</sup> °C	228,39



### Particions interiors

Nom	Superfície	Transmitància	$Q_{trans}(W)$
Envà 2	8,84 m <sup>2</sup>	2,2 W/m <sup>2</sup> °C	<b>252,82</b>

**Total transmissió (W)** **1034,50**

### Suplements

Nom	Increment percentual	$Z (W)$
Càrregues per intermitència d'ús ( $Z_{int}$ )	12%	<b>124,14</b>
Factor de seguretat ( $Z_s$ )	10%	<b>103,45</b>

**Total transmissió amb suplements (W)** **1262,09**

### Carregues per infiltració (W)

$Q_{inf}$
<b>242,17</b>

<b>POTÈNCIA TÈRMICA TOTAL (W)</b>	$Q_{tot}$
	<b>1504,26</b>



## LOCAL AULA PSICOMOTRICITAT

### Característiques generals

<b>Superfície</b> 33,81 m <sup>2</sup>	<b>Altura</b> 2,6 m	<b>Planta</b> Baixa	<b>Ús</b> Aula d'activitats
---	------------------------	------------------------	--------------------------------

### Condicions interiors

<b>T° interior</b> 21 °C	<b>Humitat relativa interior</b> 40%	<b>T° locals no calefactats</b> 8 °C
-----------------------------	---	---

### Condicions exteriors

<b>T° exterior</b> -4,4 °C	<b>Humitat relativa exterior</b> 85%	<b>T° Terreny</b> 7 °C
-------------------------------	---	---------------------------

## CÀRREGUES TÈRMIQUES

### Càrregues per transmissió

#### Tancaments a l'exterior

Nom	Orientació	Superfície	Transmitància	Color	$Q_{trans} (W)$
Mur exterior 1	NE	14,166 m <sup>2</sup>	1,13 W/ m <sup>2</sup> °C	Clar	<b>427,94</b>
Mur exterior 1	SE	16,458 m <sup>2</sup>	1,13 W/ m <sup>2</sup> °C	Clar	<b>480,64</b>
Mur exterior 1	SO	14,166 m <sup>2</sup>	1,13 W/ m <sup>2</sup> °C	Clar	<b>413,71</b>

#### Finestres a l'exterior

Nom	Nº iguals	Superfície	Transmitància	Orientació	$Q_{trans} (W)$
Finestra	4	0,781 m <sup>2</sup>	3,3 W/ m <sup>2</sup> °C	SO	<b>266,44</b>
Finestra	4	0,781 m <sup>2</sup>	3,3 W/ m <sup>2</sup> °C	NE	<b>275,60</b>

#### Tancaments interiors

Nom	Superfície	Transmitància	$Q_{trans} (W)$
Coberta	33,81 m <sup>2</sup>	1,81 W/ m <sup>2</sup> °C	<b>697,64</b>



**Total transmissió (W)** **3701,02**

### Suplements

Nom	Increment percentual	$Z$ (W)
Càrregues per intermitència d'ús ( $Z_{int}$ )	12%	<b>307,44</b>
Factor de seguretat ( $Z_s$ )	10%	<b>256,20</b>

**Total transmissió amb suplements (W)** **3125,60**

### Carregues per infiltració (W)

$Q_{inf}(W)$
<b>778,31</b>

<b>POTÈNCIA TÈRMICA TOTAL (W)</b>	$Q_{tot}$
	<b>3903,91</b>



Resum de les càrregues tèrmiques

Local	Transmissió (W)	Infiltració (W)	Total (W)
Aula 1	4515,24	939,68	5454,92
Aula 2	4204,24	940,37	5144,61
Distribuïdor 1	1648,13	207,18	1855,31
Aula informàtica	1988,82	336,32	2325,14
Aula 3	1475,91	309,62	1785,53
Distribuïdor 2	721,87	105,66	827,53
Distribuïdor 3	650,60	144,57	795,17
Despatx	1262,09	242,17	1504,26
Aula Psicomotricitat	3125,60	778,31	3903,91
<b>TOTAL</b>	<b>19592,50</b>	<b>4003,88</b>	<b>23596,38</b>

Taula 2.16. Càrregues tèrmiques de cada local.



### 2.1.7. Simbologia

Simbologia	Significat
PMV	Vot mitjà estimat
PPD	Percentatge estimat d'insatisfets
$Q_{tot}$	Pèrdua de calor total del local (W)
$Q_{trans}$	Pèrdua de calor sensible per transmissió a través dels tancaments (W)
$Q_{inf}$	Pèrdua de calor sensible per infiltracions de l'aire exterior (W)
$Z$	Suplements
$K_i$	Coeficient de transmissió tèrmic del tancament ( $W/m^2\text{°C}$ ).
$A_i$	Superfície del tancament ( $m^2$ ).
$T_i$	Temperatura interior de disseny del local ( $\text{°C}$ ).
$T_e$	Temperatura exterior o a l'altre costat del tancament ( $\text{°C}$ ).
$1/h_e$	Resistència tèrmica superficial exterior ( $m^2\text{°C}/W$ ).
$1/h_i$	Resistència tèrmica superficial interior ( $m^2\text{°C}/W$ ).
$e$	Espessor de les capes dels diferents tancaments (m).
$\lambda$	Conductivitat tèrmica dels diferents tancaments ( $W/m\text{°C}$ ).
$R$	Resistències tèrmiques superficials ( $m^2\text{°C}/W$ ).
$V$	Volum de l'espai ( $m^3$ ).
$c_{p,air}$	Calor específic de l'aire ( $J/kg\cdot K$ ).
$P_{e,air}$	Pes específic de l'aire sec ( $kg/m^3$ ).
$\eta_{ren}$	Nombre de renovacions/hora ( $h^{-1}$ ).
$Z_o$	El suplement per orientació de la façana.
$Z_{int}$	Suplement per interrupció del servei.
$Z_s$	Factor de seguretat.

Taula 2.17. Simbologia de l'Annex 1.



## 2.2. Annex 2: Instal·lació de calefacció

### 2.2.1. Càlcul i elecció dels emissors

Per a l'elecció de l'emissor s'han estudiat 9 radiadors de diferents marques presents en el mercat actualment, i després s'ha fet una comparació estudiant el cost i la potència de cada un.

En la següent taula es mostren les característiques dels radiadors seleccionats per a la comparació. S'han seleccionat 2 de ferro colat, 1 d'acer i 6 d'alumini. Es donen, a més, la marca, el model, el cost i la potència per element.

Marca	Model	Tipus	Potència element (W)*	Preu element (€)
COINTRA	ORION 600	Alumini	158,3	13,19
COINTRA	ORION 700	Alumini	181,5	15,56
BAXIROCA	75-3	Acer	136	11,70
BAXIROCA	CLASICO N80-4	Ferro colat	141,9	28,70
BAXIROCA	DUBA 80-3D	Ferro colat	134,7	25,10
BAXIROCA	JET 70	Alumini	200	14,80
BAXIROCA	DUBAL 70	Alumini	198,7	16,10
FERROLI	XIAN 700 N	Alumini	181,4	18,04
FERROLI	EUROPA 700 C	Alumini	174,3	18,41

Taula 2.18. Característiques dels radiadors seleccionats.

\*La potència indicada per cada element és per un salt tèrmic de 60°C.

Per poder fer una elecció del radiador idoni considerant els factors anteriorment esmentats, s'ha basat en un criteri que els englobi en una mateixa variable. Es procedirà a avaluar cada col·lector a partir de la variable  $R_R$  determinada per la següent equació:

$$R_R = \text{Preu element} / \text{Potència element}$$

Equació 2.9





Marca	Model	Tipus	R <sub>R</sub> (€/W)
COINTRA	ORION 600	Alumini	0,083
COINTRA	ORION 700	Alumini	0,086
BAXIROCA	75-3	Acer	0,086
BAXIROCA	CLASICO N80-4	Ferro colat	0,202
BAXIROCA	DUBA 80-3D	Ferro colat	0,186
BAXIROCA	JET 70	Alumini	0,074
BAXIROCA	DUBAL 70	Alumini	0,081
FERROLI	XIAN 700 N	Alumini	0,099
FERROLI	EUROPA 700 C	Alumini	0,106

Taula 2.19. Resultats del Rati de cada emissor.

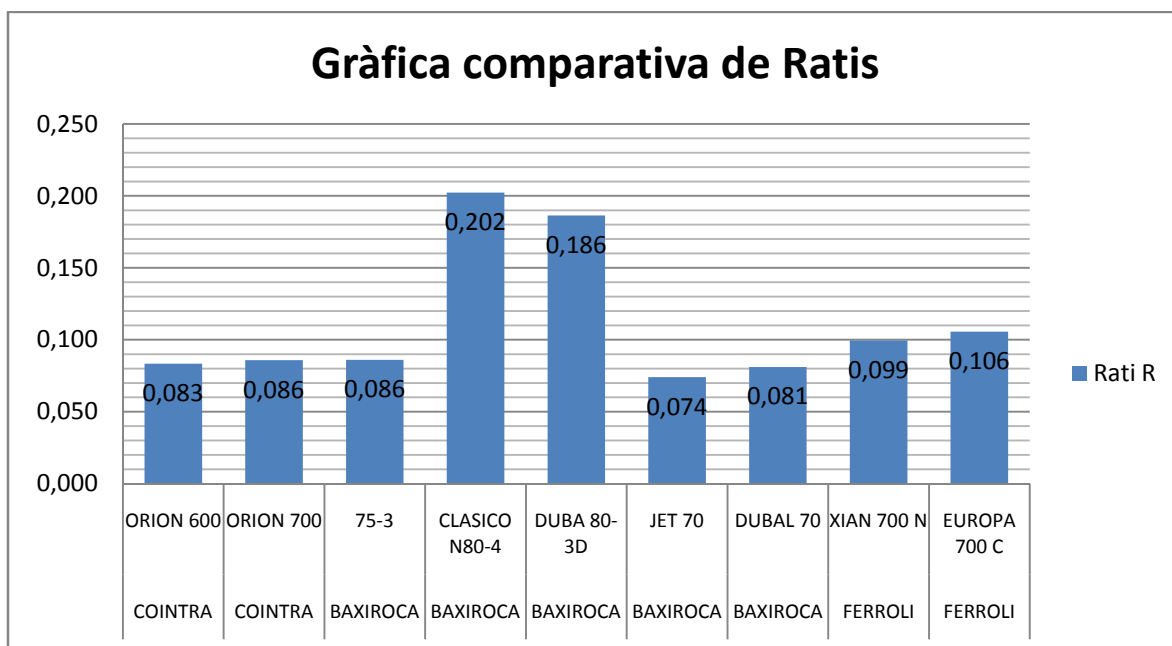


Figura 2.2. Gràfica comparativa dels ratis dels emissors seleccionats.

Després d'una cerca per diferents catàlegs i fabricants, s'han escollit els radiadors d'alumini de BAXIROCA de la sèrie JET model 70. L'elecció ha set en funció del preu de cada element i de la potència emesa per cada un, tal com s'ha justificat anteriorment amb el càlcul del rati.

S'ha escollit un radiador d'alumini pels avantatges que disposa respecte als altres materials, disposa de una bona resistència a la corrosió, hi han multitud de models possibles per elegir al mercat gràcies a que l'alumini és més fàcil de tractar i manipular. Un avantatge important és el fet de que es poden dividir en unitats emissores, ja que es componen de mòduls units entre sí i cada emissor es pot conformar de la manera adient per a suplir les pèrdues tèrmiques de cada local.



Com s'ha comprovat, els radiadors de ferro colat són la pitjor opció, al tenir un rati més elevat comparativament amb els radiadors de acer i alumini.

Les característiques del radiador escollit s'han extret de la web del fabricant i es representen a la Figura 2.3.

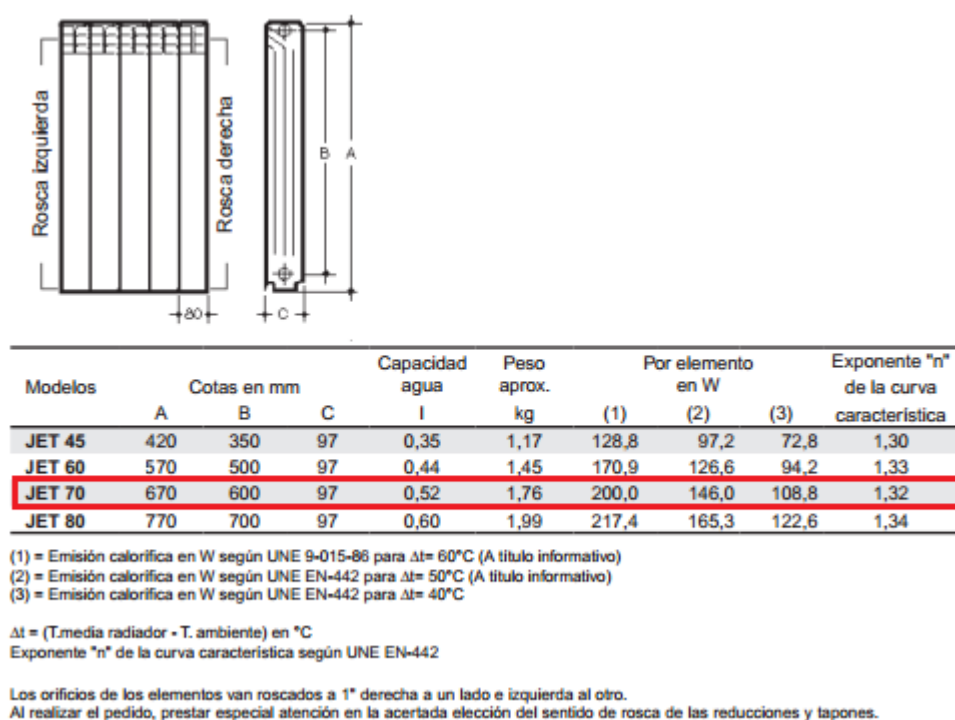


Figura 2.3. Característiques del radiador BAXIROCA JET 70.

### 2.2.1.1. Nombre d'emissors

Normalment els fabricants de radiadors especifiquen en els seus catàlegs les emissions calorífiques en funció d'una temperatura d'entrada d'aigua de  $90^\circ\text{C}$  per una sortida de l'aigua del radiador a  $70^\circ\text{C}$ , el que suposa una temperatura mitja de  $80^\circ\text{C}$  per una temperatura ambient de  $20^\circ\text{C}$  ( $t_{\text{local}}$ ), considerant un salt tèrmic de:

$$\Delta t = t_{\text{mitja}} - t_{\text{local}} = 60^\circ\text{C}$$

Equació 2.10

En el present projecte els càlculs es realitzaran donant com a correcta una temperatura mitja en el radiador de  $80^\circ\text{C}$ , però segons l'apartat de l'Annex "Càrregues tèrmiques" la temperatura interior de disseny serà de  $21^\circ\text{C}$ .



El salt tèrmic serà:

$$\Delta t = t_{mitja} - t_{local} = 80 - 21 = 59^{\circ}\text{C}$$

Per a salts diferents a  $60^{\circ}\text{C}$  s'ha de utilitzar la següent expressió per a calcular la potència calorífica de l'emissor:

$$Q_{rad} = Q_{60} \left( \frac{\Delta t}{60} \right)^n$$

Equació 2.11

On:

$Q_{rad}$  és la potència calorífica de l'emissor per el salt tèrmic diferent a  $60^{\circ}\text{C}$ , en W.

$Q_{60}$  és la potència calorífica de l'emissor per un salt de  $60^{\circ}\text{C}$  especificada pel fabricant, en W.

$n$  és l'exponent de la corba característica de l'emissor segons la norma UNE-EN 442.

En el present projecte, com s'ha determinat en l'apartat "Elecció de l'emissor", el radiador elegit ha estat un JET 70, amb les característiques que la Figura 2.3 mostra. D'aquesta manera, la potència calorífica de l'emissor per aquest salt tèrmic es calcularà amb l'Equació 2.11.

$$Q_{59} = 200 \left( \frac{59}{60} \right)^{1,32} = 195,61 \text{ W}$$

On:

$Q_{59}$  és la potència calorífica del radiador seleccionat per un salt tèrmic de  $59^{\circ}\text{C}$  (W).

Depenent de la situació del radiador, s'ha d'aplicar un factor de correcció que ve donat per la Figura 2.4 extreta del llibre "CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA":



**Variación de la emisión de calor según la protección y cubrimiento del radiador**

Posición	Situación	Emisión calorífica
A	Normal	100 %
B	Colocación de una tabla ( $C \geq 5$ cm)	
	Si $E = L/2 + 10$ cm	85 %
	Si $E = L + 10$ cm	75 %
	Si $E = 1,5 \cdot (L + 10)$ cm	65 %
C	Colocación de una tabla ( $C \geq 5$ cm)	
	Si $E = L/2 + 10$ cm	90 %
	Si $E = L + 10$ cm	80 %
	Si $E = 1,5 \cdot (L + 10)$ cm	70 %
D	Tabla horizontal y frontal agujereado o de rejilla	
	$A = C = L + 10$ cm	
	Frontal con rejilla de taladros amplios	90 %
	Frontal con rejilla de orificios en sierra	65 %
	Frontal con rejilla de embarrado	60 %
E	Mismo caso anterior, pero con el ángulo redondeado para favorecer la convección	
	Frontal con rejilla de taladros amplios	95 %
	Frontal con rejilla de orificios en sierra	70 %
	Frontal con rejilla de embarrado	65 %
F	Pantalla impermeable colocada delante con $h =$ altura radiador	
	Si $A = B = L + 10$ cm	110 %
	Si $A = L + 10$ cm y $B = L$	105 %
G	Las aperturas con rejilla superior e inferior	
	$A = B = C = L + 10$ cm	
	Rejilla con taladros amplios	100 %
	Rejilla con taladros en sierra	95 %
	Rejilla de embarrado	90 %
H	Protegido totalmente por rejilla	
	$A = B = L + 10$ cm	
	Rejilla con taladros amplios	95 %
	Rejilla con taladros en sierra	90 %
	Rejilla de embarrado	85 %
I	Protegido parcialmente con rejilla vertical	
	$A = B = C = L + 10$ cm	
	$D = 1,5 \cdot (L + 10)$ cm	
	Rejilla con taladros amplios	95 %
	Rejilla con taladros en sierra	90 %
	Rejilla de embarrado	85 %
J	Igual que el caso anterior, pero con ángulo redondeado	
	Rejilla con taladros amplios	100 %
	Rejilla con taladros en sierra	95 %
	Rejilla de embarrado	90 %

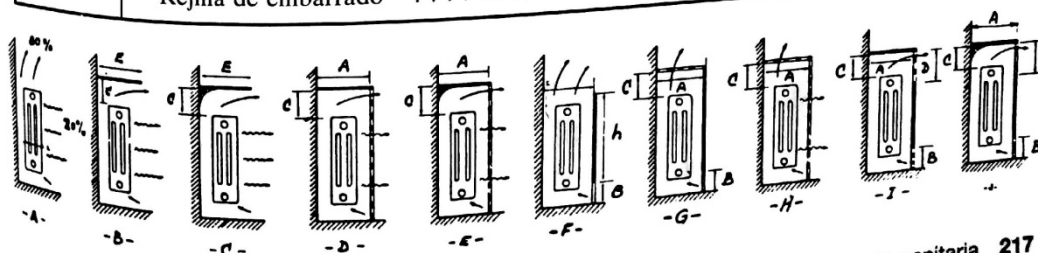


Figura 2.4. Variació de l'emissió en funció de la situació de l'emissor.



En el cas del local Distribuïdor 1, s'ha optat per elegir un altre tipus de radiador, ja que seria difícil trobar l'espai físic suficient per col·locar un emissor tipus JET.

S'ha optat per l'alternativa d'un radiador d'alumini vertical, d'aquesta manera es podrà posicionar fàcilment. Al col·locar-lo solament en un local i per la dificultat alhora de trobar radiadors d'orientació vertical, s'ha elegit el següent: BAXIROCA Vertical AV 1800, amb un preu de 65,00€ l'element.

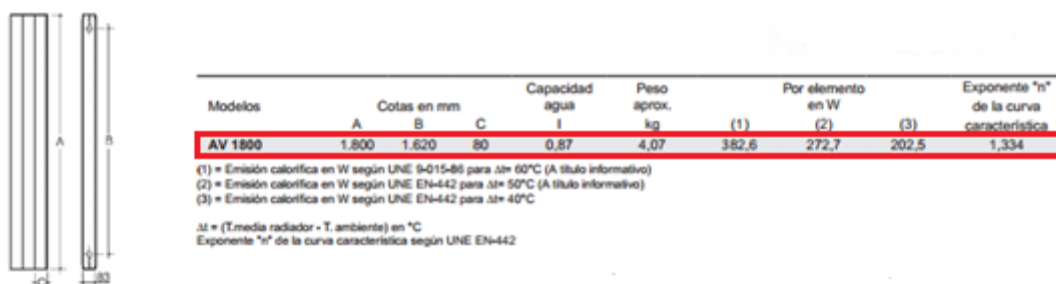


Figura 2.5. Característiques del radiador BAXIROCA AV 1800.

S'han dut a terme els mateixos càlculs que en l'emissor JET, utilitzant l'Equació 2.11 es determina la potència calorífica de l'emissor pel salt tèrmic de  $60^\circ\text{C}$ .

$$Q_{59,2} = 382,6 \left( \frac{59}{60} \right)^{1,334} = 374,12 \text{ W}$$

Els emissors es col·locaran en parets lliures de obstruccions i sense proteccions, per no disminuir la eficiència del propi radiador. Per aquest motiu no serà necessari aplicar cap coeficient correctiu al classificar-se com a situació normal.

Per calcular el nombre de emissors que s'hauran d'instal·lar en cada estància, s'haurà de tenir en compte la potència calorífica que es necessita en cada local calculada en l'apartat de "Càrregues tèrmiques" en l'Annex i fer el càlcul dels elements necessaris.

$$n^{\circ} \text{ elements} = \frac{\text{potència tèrmica}}{\text{potència element corregida}}$$

Equació 2.12



Local	Càrrega tèrmica (W)	Potència element (W)	Nº Elements	Nº Radiadors	Elements en cada radiador
Aula 1	5454,92	195,61	28	2	14-14
Aula 2	5144,61	195,61	27	2	13-14
Distribuïdor 1	1855,31	374,12	5	2	3-2
Aula informàtica	2325,14	195,61	12	1	12
Aula 3	1785,53	195,61	10	1	10
Distribuïdor 2	827,53	195,61	5	1	5
Distribuïdor 3	795,17	195,61	5	1	5
Despatx	1504,26	195,61	8	1	8
Aula Psicomotricitat	3903,91	195,61	20	2	10-10
<b>TOTAL</b>	<b>23596,38</b>	-	<b>115+5</b>	<b>11+2</b>	-

Taula 2.20. Nombre d'elements i emissors en cada local.

En la Taula 2.20 el nombre d'elements calculats en cada local s'ha arrodonit a l'alça, per garantir que s'aporta l'energia suficient. No s'ha excedit de 14 elements per radiador.

En el Distribuïdor 1, els 5 elements necessaris s'han dividit en dos radiadors, ja que per raó d'espai no podrien cabre tots els emissors en un mateix radiador. D'aquesta manera es dividiran i posicionaran de manera estratègica en el local.

## 2.2.2. Càlcul de les pèrdues de càrrega de les canonades

### 2.2.2.1. Trams de l'instal·lació dissenyada

La distribució dels radiadors d'aigua es mostra en els plànols nº9 i nº10, però en aquest apartat es procedirà a esquematitzar la instal·lació i determinar els trams de canonada, tant en la planta baixa com en el primer pis.

En les següents figures es mostra l'esquema de la planta baixa i de la primera planta respectivament, amb els nodes de les canonades definits. Es fa incís en que és un esquema i no representa les distàncies fidelment, no és plànol, solament es planteja l'instal·lació de la manera més compacta per a mostrar més fàcilment els trams.

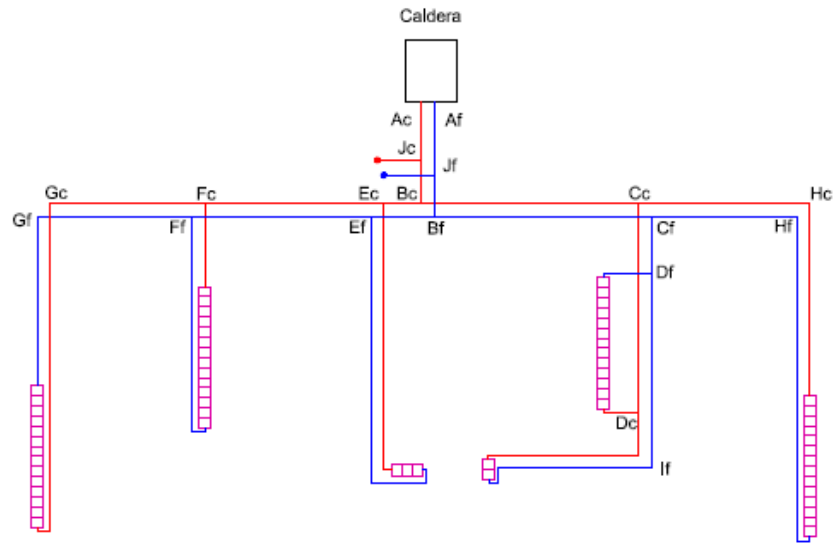


Figura 2.6. Esquema de la xarxa de canonades de l'instal·lació de la planta baixa.

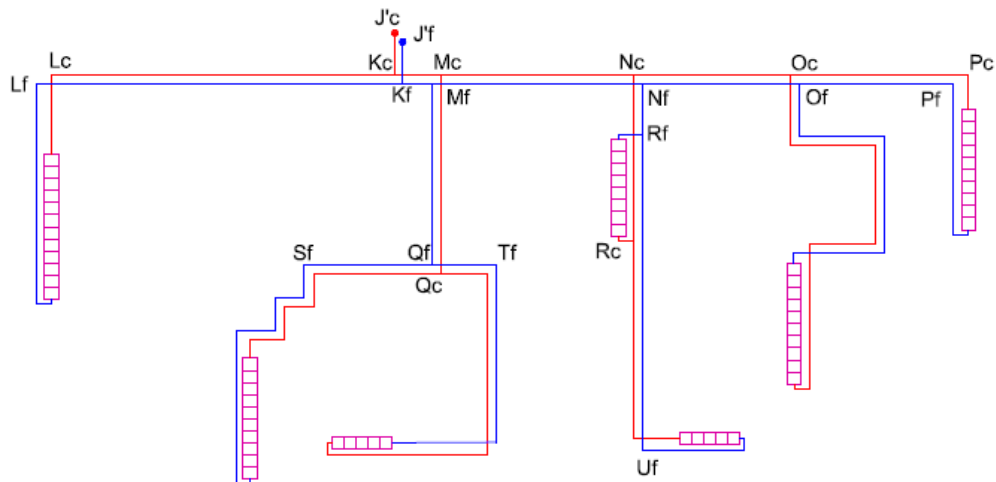


Figura 2.7. Esquema de la xarxa de canonades de l'instal·lació de la primera planta.

Els nodes s'han ordenat segons les lletres de l'abecedari en majúscules, el sufix en minúscules determina si el node és de la xarxa d'anada o de tornada, sent "c" en la xarxa d'anada i "f" la xarxa de tornada.

En el cas excepcional dels trams " $J_c - J'_c$ " i " $J_f - J'_f$ " representen els trams en vertical que connecta la planta baixa amb la primera planta.



Trams de la planta baixa

Planta baixa		
	Tram	Longitud (m)
Circuit anada	$A_c - J_c$	0,35
	$J_c - B_c$	0,2
	$B_c - C_c$	4,4
	$B_c - E_c$	2,49
	$C_c - D_c$	2,95
	$C_c - H_c$	6,91
	$E_c - F_c$	2,15
	$F_c - G_c$	6,74
Anada - Tornada	$D_c - I_f$	1,1 + 1,2
	$D_c - D_f$	0,15 + 0,2
	$E_c - E_f$	3,41 + 3,48
	$F_c - F_f$	1,8 + 2,95
	$G_c - G_f$	4,8 + 3,41
	$H_c - H_f$	3,61 + 4,68
Circuit tornada	$I_f - D_f$	1,5
	$D_f - C_f$	1,75
	$H_f - C_f$	6,91
	$G_f - F_f$	6,74
	$F_f - E_f$	2,15
	$E_f - B_f$	2,49
	$C_f - B_f$	4,4
	$B_f - J_f$	0,2
	$J_f - A_f$	0,35

Taula 2.21. Trams amb longituds corresponents de la planta baixa.





Trams primera planta

Primera planta		
	Tram	Longitud (m)
Circuit anada	$J'_c - K_c$	0
	$K_c - L_c$	6,54
	$K_c - M_c$	0,20
	$M_c - N_c$	5,43
	$N_c - O_c$	2,97
	$O_c - P_c$	6,08
	$M_c - Q_c$	1,32
	$N_c - R_c$	1,1
Anada - Tornada	$L_c - L_f$	0,53+1,56
	$O_c - O_f$	4,65+3,65
	$P_c - P_f$	0,23 + 1,1
	$Q_c - S_f$	3,97+4,88
	$Q_c - T_f$	3,61+3,13
	$R_c - R_f$	0,11+0,17
	$R_c - U_f$	3,3+1,4
Circuit tornada	$U_f - R_f$	3,18
	$R_f - N_f$	0,34
	$T_f - Q_f$	0,3
	$S_f - Q_f$	1,32
	$Q_f - M_f$	1,32
	$P_f - O_f$	6,08
	$O_f - N_f$	2,97
	$N_f - M_f$	5,43
	$M_f - K_f$	0,14
	$L_f - K_f$	6,54
	$K_f - J'_f$	0

Taula 2.22 Trams amb longituds corresponents de la primera planta.



### Trams entre plantes

Entre plantes	
Tram	Longitud (m)
$J_c - J'_c$	2,6
$J_f - J'_f$	2,6

**Taula 2.23.** Trams amb longituds corresponents de les canonades verticals entre plantes.

En els trams que tenen en comú part del circuit de anada i part del circuit de tornada, són aquells on el circuit d'anada porta aigua a un radiador d'una estància, i aquesta aigua surt per el tram de tornada un cop ha cedit la calor a través de l'emissor. Com que entrarà el mateix cabal que sortirà, per raons de conservació de massa, el diàmetre de la canonada no variarà. Per aquesta raó ho podem considerar com un sol tram.

#### 2.2.2.2. Càlcul del cabal màssic en cada tram

Per a determinar el cabal màssic ( $\dot{m}$ ) en cada tram, s'utilitzarà Equació 2.13.

$$\dot{m} = \frac{Q_{tot}}{C_{e\text{aigua}} \cdot (t_{e\text{rad}} - t_{s\text{rad}})}$$

**Equació 2.13**

On:

$Q_{TOT}$  és la potència tèrmica total de cada local, calculada en l'apartat de Càrregues tèrmiques de l'Annex, en W.

$C_{e\text{aigua}}$  és el calor específic de l'aigua. S'utilitzarà  $4196 \frac{J}{K \cdot Kg}$  per a aigua a una temperatura mitja de 80°C.

$t_{e\text{rad}}$  és la temperatura de l'aigua al entrar a l'emissor, es considerarà 90°C.

$t_{s\text{rad}}$  és la temperatura de l'aigua al sortir de l'emissor, es considerarà 70°C.

El cabal màssic resultant de l'equació anterior tindrà com a unitats Kg/s. S'ha trobat adient donar aquest cabal amb les unitats L/h, al ser més representatives. Per aquest càlcul, s'ha utilitzat el següent factor de conversió considerant la densitat de l'aigua a 80°C en 0,971 Kg/L.

$$\frac{Kg}{s} \times \frac{3600 s}{1 h} \times \frac{1 L}{0,971 Kg}$$



En la Taula 2.24 es mostren els resultats dels cabals màssics obtinguts per a cada emissor. En els espais on hi hagi més d'un emissor, en cada un d'aquests se li aplica la part proporcional de la càrrega total tèrmica del local, en funció dels elements que disposa.

	Local	$Q_{tot}(W)$	Radiadors	Elements	$P_{sub}$	P (W)	$\dot{m} (kg/s)$	Q (L/h)
Planta Baixa	Distribuïdor 1	1855,31	D1-1	3	60,0%	1113,19	0,0133	49,18
			D1-2	2	40,0%	742,12	0,0088	32,79
	Aula 1	5454,92	A1-1	14	50,0%	2727,46	0,0325	120,50
			A1-2	14	50,0%	2727,46	0,0325	120,50
	Aula 2	5144,61	A2-1	13	48,1%	2477,03	0,0295	109,43
			A2-2	14	51,9%	2667,58	0,0318	117,85
Primera Planta	Aula informàtica	2325,14	AI-1	12	100,0%	2325,14	0,0277	102,72
	Aula 3	1785,53	A3-1	10	100,0%	1785,53	0,0213	78,88
	Distribuïdor 2	827,53	D2-1	5	100,0%	827,53	0,0099	36,56
	Distribuïdor 3	795,17	D3-1	5	100,0%	795,17	0,0095	35,13
	Despatx	1504,26	DE-1	8	100,0%	1504,26	0,0179	66,46
	Aula Psico.	3903,91	AP-1	10	50,0%	1951,96	0,0233	86,24
			AP-2	10	50,0%	1951,96	0,0233	86,24

Taula 2.24. Resultats dels cabals màssics calculats de cada radiador.

Sabent la càrrega tèrmica d'un local en concret i el nombre de radiadors que s'instal·laran, podem determinar el percentatge de càrrega tèrmica que haurà d'assumir i aportar cada radiador en funció dels elements que disposi. Per exemple, si un local disposa solament de 1 radiador, aquest haurà de aportar tota la càrrega del local, però si hi ha dos emissors o més, el que tingui més elements haurà de assumir proporcionalment a aquests un percentatge de la càrrega tèrmica. En la columna " $P_{sub}$  (%)" de la Taula 2.24 mostra precisament quin és el percentatge que assumirà cada radiador.

### 2.2.2.3. Càlcul dels diàmetres de les canonades de l'instal·lació de calefacció

Les canonades que s'instal·laran seran de coure, d'1 mm de gruix i s'uniran amb soldadura d'estany. Hauran de tenir a capacitat de suportar les condicions màximes i més desfavorables de funcionament de l'instal·lació.

Pel càlcul dels diàmetres de cada canonada, s'hauran de suposar valors. Segons el IDAE, la determinació d'aquestes es farà en base a admetre una pèrdua de càrrega màxima per unitat de longitud de 40 mm.c.a/m.

La velocitat del fluid caloportador en les canonades serà inferior a 1,5 m/s ja que per sobre d'aquest valor, es podrien ocasionar sorolls.



Aquests diàmetres s'han cercat en la Figura 2.8, obtinguda en el llibre "Calefacción y agua caliente sanitaria", a partir de la pèrdua de càrrega màxima que s'ha limitat anteriorment i en funció dels cabals màssics.

En la figura, la pèrdua de càrrega es dona en Pa/m. Per transformar les unitats de mm.c.a/m a Pa/m, s'ha fet seguint la següent relació:

$$1 \frac{m.c.a}{m} = 9806,65 \frac{Pa}{m}$$

$$1 \frac{mm.c.a}{m} = 9,806 \frac{Pa}{m}$$

En aquestes unitats, la pèrdua màxima admissible serà  $392,24 \frac{Pa}{m}$ .

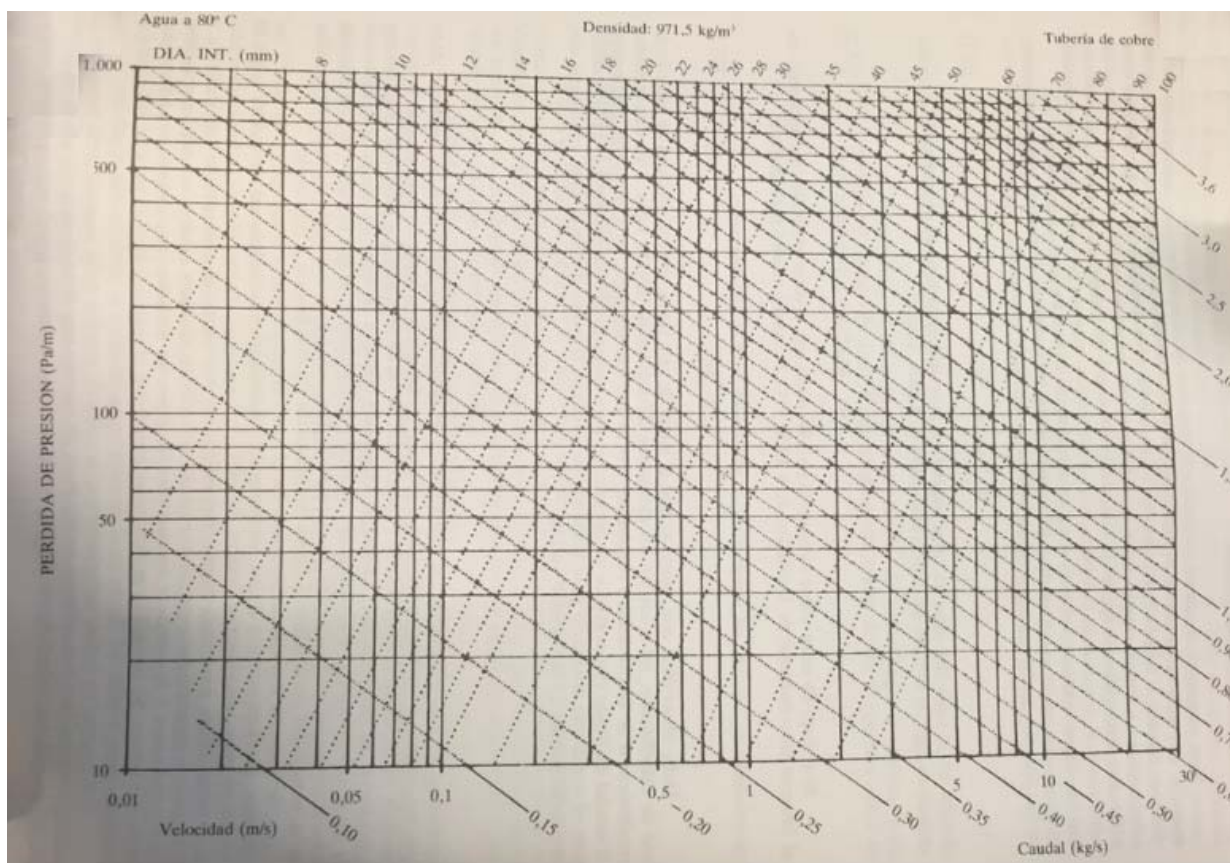


Figura 2.8. Pèrdues de càrrega per unitat de longitud en canonades de coure.

Com que la figura es per canonades de coure on el fluid caloportador és aigua a 80°C, no s'hauran de aplicar coeficients correctors de temperatura.

Per la seva elecció, es tindran en compte els valors dels diàmetres de les canonades de coure normalitzades per la norma UNE-EN 1057:2007. Els resultats seran diversos, per aquest motiu s'intentarà unificar aquest diàmetres el màxim possible.



En la següent taula (Taula 2.25) es mostren els diàmetres normalitzats segons la norma UNE-EN 1057:2007 per a canonades de coure:

TUBERIAS NORMALIZADAS DE COBRE SEGUN UNE-EN 1.057												
D. EXT. (mm)	ESPESOR DE PARED NOMINAL (mm)											
	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.5	2.0	2.5	3.0
6	5	4.8		4.4		4						
8	7	6.8		6.4		6						
10	9	8.8	8.6	8.4		8						
12	11	10.8	10.6	10.4		10						
14			12.6	12.4		12						
15	14		13.6	13.4		13		12.6	12			
16				14.4		14		13.6				
18		16.8		16.4		16		15.6	15			
22		20.8		20.4	20.2	20	19.8	19.6	19			
25						23		22.6	22			
28		26.8		26.4	26.2	26		25.6	25			
35			33.6	33.4		33	32.8	32.6	32	31		
40						38	37.8					
42				40.4		40		39.6	39	38		
54				52.4	52.2	52		51.6	51	50		
64									61	60	59	
66.7						64.7		64.3	63.7	62.7	61.7	
70										66	65	
76.1								73.7	73.1	72.1	71.1	
80						78				76		
88.9										84.9	83.9	82.9
108								105.6	105	104	103	102
133									130	129		127
159									156	155		153
219												213
267												261

EN NEGRILLA: DIMENSIONES EUROPEAS RECOMENDADAS.  
NORMAL: OTRAS DIMENSIONES EUROPEAS.

Taula 2.25. Diàmetres normalitzats de les canonades de coure per la UNE-EN 1057.

En la següent figura es mostren les equivalències dels diàmetres en sistema mètric i els diàmetres en polzades.



Comparación de tuberías Diámetros Interiores en mm						
DENOMINACION PULGADAS	ACERO UNE 19.040		COBRE UNE-EN 1.057		POLIETILENO UNE 53.333	
	Denominación	Diámetro Interior	Denominación	Diámetro Interior	Denominación	Diámetro Interior
1/8	DN 6	6,2	8 x 1 mm	6,0		
1/4	DN 8	8,9	10 x 1 mm	8,0		
			12 x 1 mm	10,0		
3/8	DN 10	12,6	15 x 1 mm	13,0		
1/2	DN 15	16,1	18 x 1 mm	16,0	PE 20	16,0
3/4	DN 20	21,7	22 x 1 mm	20,0	PE 25	20,4
1	DN 25	27,3	28 x 1 mm	26,0	PE 32	26,0
1-1/4	DN 32	36,0	35 x 1 mm	33,0	PE 40	32,6
1-1/2	DN 40	41,9	42 x 1 mm	40,0	PE 50	40,8
			54 x 1,5 mm	51,0	PE 63	51,4
2	DN 50	53,1	64 x 2 mm	60,0	PE 75	61,4
2-1/2	DN 65	68,9			PE 90	73,6
3	DN 80	80,9			PE 110	90,0
					PE 125	102,2
4	DN 100	105,3			PE 140	114,6
					PE 160	130,8
5	DN 125	129,7			PE 180	147,2
6	DN 150	155,1			PE 200	163,6

Figura 2.9. Equivalències de diàmetres normalitzats.

#### 2.2.2.4. Pèrdues de càrrega contínues

Les pèrdues de càrrega contínues ( $H_c$ ) són les que es produeixen en les canonades per la fricció del fluid que les travessa, en el nostre cas, aigua calenta. Es calculen mitjançant la formula de Darcy-Wiesbach (Equació 2.14).

$$H_c = f \cdot \frac{\bar{v}^2 \cdot L}{2g \cdot D_i}$$

Equació 2.14

On:

$f$  és el coeficient de fricció (adimensional).

$\bar{v}$  és la velocitat mitja del fluid, en m/s.

$L$  és la longitud de la canonada, en metres.

$g$  és 9,81 m<sup>2</sup>/s.

$D_i$  és el diàmetre interior de la canonada, en metres.

En el present projecte s'han calculat els cabals màssics dels trams de l'instal·lació i les longituds, però ni les velocitats mitjanes ni els diàmetres de les canonades s'han estudiat encara. Es procedirà a transformar la equació en una altra equivalent on influeixi el cabal i no la velocitat del fluid.



Sabent que:

$$\bar{v} = \frac{Q}{S_i}$$

Equació 2.15

On:

Q és el cabal de la canonada, en m<sup>3</sup>/s.

S és la superfície transversal de la canonada, en metres.

Les canonades són circulars, de manera que la superfície circular de la canonada es definirà per la següent fórmula:

$$S_i = \frac{\pi \cdot r_i^2}{4}$$

Equació 2.16

On:

$r_i$  és el radi interior de la canonada, en metres.

Si s'interpreten i substitueixen aquestes expressions en la equació de Darcy-Wiesbach, tenint en compte de que la velocitat mitjana està elevada al quadrat, la expressió equivalent queda de la següent manera:

$$H_c = f \cdot \frac{16 \cdot Q^2 \cdot L}{2g \cdot \pi^2 \cdot D_i^5}$$

Equació 2.17

Les pèrdues de càrrega contínues es donaran en metres de columna d'aigua (m.c.a).

Per la determinació de les pèrdues de càrrega per fricció del fluid és necessari calcular el factor de fricció  $f$ . Aquest coeficient depèn del tipus del règim de flux que es trobi el fluid en cada canonada, i per a cada situació s'utilitzarà una expressió concreta.

Aquest flux es defineix en funció del nombre de Reynolds (Re), expressat en Equació 2.18:

$$Re = \frac{\bar{v} \cdot D_i}{\nu}$$

Equació 2.18



On:

$\vartheta$  és la viscositat cinemàtica del fluid, en  $\text{m}^2/\text{s}$ .

Aquesta fórmula es pot expressar en funció del cabal, realitzant les mateixes transformacions que en la equació de Darcy-Wiesbach.

$$Re = \frac{4 \cdot Q}{\vartheta \cdot \pi \cdot D_i}$$

Equació 2.19

Nota: La viscositat cinemàtica està relacionada amb la viscositat dinàmica per la densitat de la següent manera:

$$\vartheta = \frac{\mu}{\rho}$$

Equació 2.20

On:

$\mu$  és la viscositat dinàmica del fluid, en  $\text{Pa}\cdot\text{s}$  o  $\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-1}$

$\rho$  és la densitat del fluid, en  $\text{kg}/\text{m}^3$ .

La viscositat varia amb la temperatura, en la Taula 2.26 es mostren les viscositats dinàmiques de l'aigua en diferents temperatures. S'agafarà la relativa a  $80^\circ\text{C}$ , al ser la temperatura mitja que hi haurà al circuit.

Temperatura °C	Viscosidad dinàmica kg / (m·s)
68	0,000416
69	0,000410
70	0,000404
71	0,000399
72	0,000394
73	0,000388
74	0,000383
75	0,000378
76	0,000373
77	0,000369
78	0,000364
79	0,000359
80	0,000355
81	0,000351
82	0,000346
83	0,000342
84	0,000338
85	0,000334

Taula 2.26. Viscositat dinàmica de l'aigua.





El valor del nombre de Reynolds determina el regim de flux del fluid:

- Flux laminar ( $Re < 2300$ )
- Transició o flux combinat ( $2300 \leq Re \leq 4000$ )
- Flux turbulent ( $Re > 4000$ )

En un flux laminar, les partícules del fluid es desplacen seguint trajectòries paral·leles, formant així un conjunt de capes o lamines que es mouen sense interposar-se o barrejar-se entre si. Les capes exteriors porten una celeritat menor a les interiors, ja que estan en fricció amb les parets interiors de la canonada, i d'aquesta manera es forma una distribució de velocitats no caòtica, representada en la Figura 2.10.

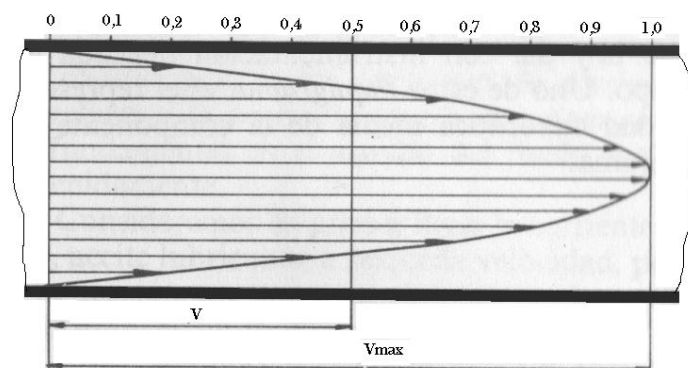


Figura 2.10. Distribució de velocitats d'un fluid en regim laminar.

El flux turbulent és el contrari, caòtic i no uniforme, on existeix barreja entre capes del fluid i les trajectòries de partícules no són paral·leles, sinó que es tallen entre sí. Aquest flux és el més comú ja que la naturalesa té tendència al desordre. Aquest tipus de flux normalment apareix quant la velocitat del fluid és elevada o en fluids on les forces viscoses són molt petites.

Si el flux és combinat, significa que està en un estat de regim laminar en alguns punts i turbulent en altres, tornant-se així la situació molt complexa i difícil de descriure i determinar amb exactitud.

La següent figura mostra el Diagrama de Moody, és la representació gràfica en escala logarítmica del factor de fricció en funció del nombre de Reynolds i la rugositat relativa en una canonada.

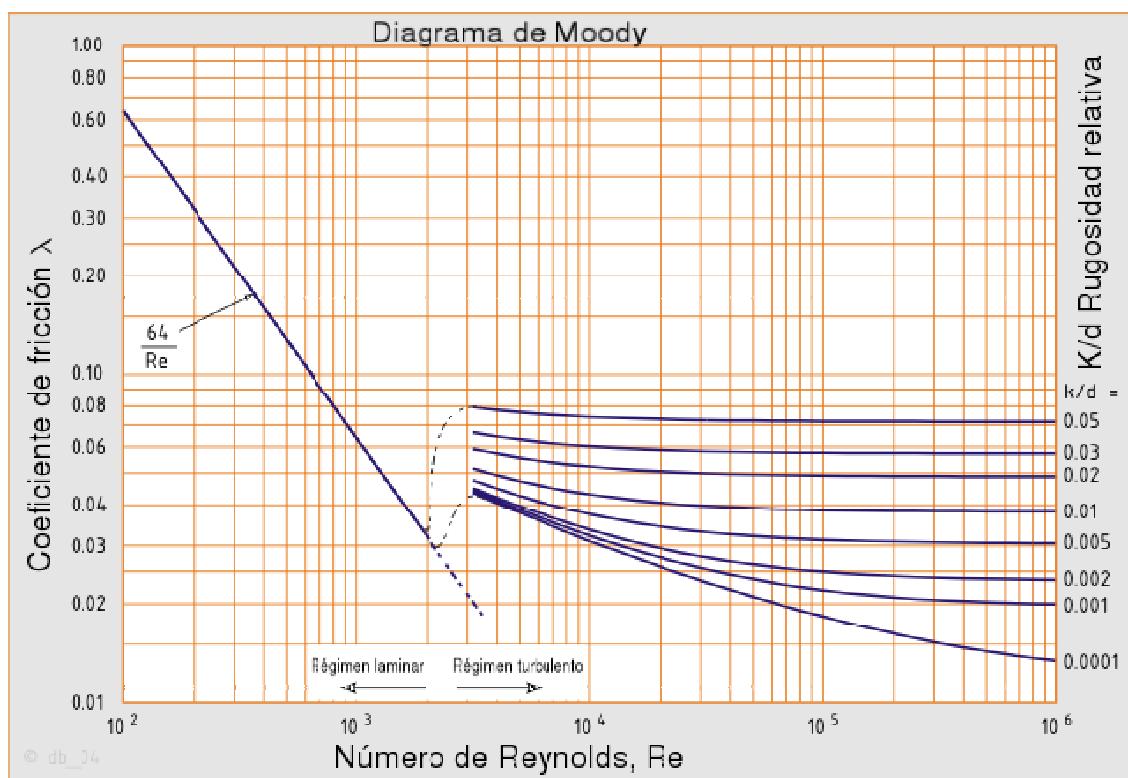


Figura 2.11. Diagrama de Moody.

A partir d'aquest diagrama és possible determinar el coeficient de fricció un cop trobat el nombre de Reynolds, però és molt inexacte al ser una escala logarítmica i all tractar-se de coeficients tant petits. En el present projecte es procedirà a calcular aquest coeficient a partir de equacions.

En el cas de regim laminar, el factor de fricció es calcularà amb la Equació 2.21:

$$f = \frac{64}{Re}$$

Equació 2.21

En un flux turbulent, s'haurà de tenir en compte un altre factor, la rugositat absoluta de la canonada ( $K_a$ ). Cada material té una rugositat característica, però aquesta pot patir un augment a conseqüència de l'erosió o de les incrustacions. En la següent taula es mostren alguns d'aquets valors de rugositat per diferents materials.



Rugosidad absoluta		
Material	Estado del tubo	Rugosidad absoluta (mm)
Vidrio, cobre, latón, plomo, bronce o aluminio estriados	Hidráulicamente lisos	0-0,0015
PE	Nuevos	0,007-0,02
PVC	Nuevos	0,007-0,02
Fibrocemento o cemento aislado	Nuevos	0,025-0,3
Acero asfaltado	Nuevos	0,015
Acerp estriado	Nuevos	0,02-0,06
Acerp soldado	Nuevos	0,04-0,1
	Ligeramente incrustados	0,15-0,4
	Medianas incrustaciones	1,5
	Abundantes incrustaciones	2-4
Acero roblonado	De varios tipos	0,9-9
Hierro galvanizado	Nuevos	0,15-0,20
Hierro fundido	Nuevos	0,25-0,5
	Oxidados	1-1,5
	Con muchas incrustaciones	1,5-3
Fundición asfaltada	Nuevos	0,10-0,12
Hormigón	Nuevos y alisados	0,3-0,8
	Nuevos intermedios	1-2
	Nuevos rugosos	2-3
	Envejecidos	3-20
Madera	Según pulimentado y edad	0,183-0,91
Cauces fluviales	Rugosidad absoluta base	25-1000

Taula 2.27. Rugositats absolutes de diferents materials

Sovint s'utilitza la rugositat relativa ( $\varepsilon$ ), és un paràmetre adimensional que s'obté dividint la rugositat absoluta entre el diàmetre interior de la canonada.

$$\varepsilon = \frac{K_a}{D_i}$$

Equació 2.22

Segons la rugositat de la superfície de la canonada, es poden distingir tres tipus de règims turbulents:

- Regim turbulent llis: Aquest cas es dona quan la canonada és hidràulicament llisa, les pèrdues no depenen de la rugositat interior de la canonada. Es presenten per a nombres de Reynolds baixos, però més grans que 4000. En aquest cas, la capa límit del fluid, és a dir la més pròxima a la superfície, és molt major a la rugositat.

Per a calcular el coeficient de fricció per aquest regim, l'equació que ho determina és la 1<sup>a</sup> equació de Karmann-Prandtl, però usualment s'utilitza la equació de Blasius al ser molt més senzilla i per que es pot resoldre sense utilitzar matutes numèrics. L'equació de Blasius



(Equació 2.23) és una aproximació molt fiable per a trams on el nombre de Reynolds està entre 4000 i 5000.

$$f = \frac{0,3164}{Re^{0,25}}$$

Equació 2.23

- Regim turbulent de transició: En aquesta zona les pèrdues depenen tant de la rugositat interior del material de la canonada, com de les forces de viscositat. Es dona per a nombres de Reynolds elevats, el límit superior depèn de diferents paràmetres, quan major sigui la rugositat relativa, menor serà aquesta zona de transició.

Per a règims rugosos la equació que defineix el coeficient de fricció és la de Colebrook-White, però de la mateixa manera que en el cas anterior, pel present projecte es realitzarà el càlcul amb una equació més senzilla i amb alt grau de fiabilitat, l'equació de Jain (Equació 2.24).

$$f = \frac{1,325}{\ln^2 \left( \frac{K_a}{3,71 \cdot D_i} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right)}$$

Equació 2.24

L'equació de Jain s'utilitza en les següents condicions:

$$10^{-5} < K_a/D_i < 10^{-2}$$

$$5000 < Re < 10^8$$

-Regim turbulent rugós: En aquesta zona la turbulència és total, es dona per a números de Reynolds molt elevats. Predominen les forces de fricció, sent les pèrdues de càrrega independents de la viscositat del fluid. Per aquesta zona s'utilitzarà la 2ª equació de Karmann-Prandtl (Equació 2.25), que és la equació de Colebrook-White simplificada.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \cdot \log \left( \frac{K_a}{3,71 \cdot D_i} \right)$$

Equació 2.25

Els resultats s'han distribuït en funció de les plantes, especificant el tram, la longitud respectiva, el cabal volumètric i màssic, el diàmetre interior de la canonada de cada tram en mil·límetres, el diàmetre normalitzat seleccionat per a cada una, el diàmetre exterior, la velocitat del fluid en cada tram, el nombre de Reynolds, el factor de fricció "f" i els resultats de les pèrdues de càrrega contínues en les canonades degut a la fricció del fluid en cada cas.

Planta baixa												
	Tram	Longitud (m)	$Q$ ( $m^3/s$ )	$\dot{m}$ ( $kg/s$ )	Diàmetre taula int. (mm)	Diàmetre normalitzat int. (mm)	Diàmetre normalitzat interior (m)	Diàmetre exterior (m)	$\bar{v}$ (m/s)	Re	$f$	$H_c$ (m. c. a)
Circuit anada	$A_c - J_c$	0,35	0,000289575	0,2812	20-22	26	0,026	0,028	0,55	39341,33	0,0221	0,0045
	$J_c - B_c$	0,2	0,000152846	0,1484	16-18	20	0,020	0,022	0,49	26995,11	0,0242	0,0029
	$B_c - C_c$	4,4	7,2242E-05	0,0701	12-14	13	0,013	0,015	0,54	19629,45	0,0262	0,1339
	$B_c - E_c$	2,49	8,06038E-05	0,0783	12-14	13	0,013	0,015	0,61	21901,50	0,0255	0,0919
	$C_c - D_c$	2,95	3,95055E-05	0,0384	8-10	13	0,013	0,015	0,30	10734,36	0,0306	0,0313
	$C_c - H_c$	6,91	3,27365E-05	0,0318	8-10	13	0,013	0,015	0,25	8895,09	0,0322	0,0530
	$E_c - F_c$	2,15	6,69428E-05	0,0650	12-14	13	0,013	0,015	0,50	18189,55	0,0267	0,0573
	$F_c - G_c$	6,74	3,34714E-05	0,0325	8-10	13	0,013	0,015	0,25	9094,78	0,0320	0,0537
Anada - Tornada	$D_c - I_f$	2,3	9,10734E-06	0,0088	8	8	0,008	0,010	0,18	4021,27	0,0407	0,0196
	$D_c - D_f$	0,35	3,03982E-05	0,0295	8-10	13	0,013	0,015	0,23	8259,73	0,0328	0,0024
	$E_c - E_f$	6,89	1,3661E-05	0,0133	8	8	0,008	0,010	0,27	6031,91	0,0360	0,1168
	$F_c - F_f$	4,75	3,34714E-05	0,0325	8-10	13	0,013	0,015	0,25	9094,78	0,0320	0,0379
	$G_c - G_f$	8,21	3,34714E-05	0,0325	8-10	13	0,013	0,015	0,25	9094,78	0,0320	0,0655
	$H_c - H_f$	8,29	3,27365E-05	0,0318	8-10	13	0,013	0,015	0,25	8895,09	0,0322	0,0636
Circuit tornada	$I_f - D_f$	1,5	9,10734E-06	0,0088	8	8	0,008	0,010	0,18	4021,27	0,0407	0,0128
	$D_f - C_f$	1,75	3,95055E-05	0,0384	8-10	13	0,013	0,015	0,30	10734,36	0,0306	0,0186
	$H_f - C_f$	6,91	3,27365E-05	0,0318	8-10	13	0,013	0,015	0,25	8895,09	0,0322	0,0530
	$G_f - F_f$	6,74	3,34714E-05	0,0325	8-10	13	0,013	0,015	0,25	9094,78	0,0320	0,0537
	$F_f - E_f$	2,15	6,69428E-05	0,0650	12-14	13	0,013	0,015	0,50	18189,55	0,0267	0,0573
	$E_f - B_f$	2,49	8,06038E-05	0,0783	12-14	13	0,013	0,015	0,61	21901,50	0,0255	0,0919
	$C_f - B_f$	4,4	7,2242E-05	0,0701	12-14	13	0,013	0,015	0,54	19629,45	0,0262	0,1339
	$B_f - J_f$	0,2	0,000152846	0,1484	16-18	20	0,020	0,022	0,49	26995,11	0,0242	0,0029
	$J_f - A_f$	0,35	0,000289575	0,2812	20-22	26	0,026	0,028	0,55	39341,33	0,0221	0,0045

Taula 2.28. Cabals, diàmetres de les canonades i carregues contínues de cada tram de la planta baixa.

Primera Planta												
	Tram	Longitud (m)	$Q$ ( $m^3/s$ )	$\dot{m}$ (kg/s)	Diàmetre taula int. (mm)	Diàmetre normalitzat int. (mm)	Diàmetre normalitzat interior (m)	Diàmetre exterior (m)	$\bar{v}$ (m/s)	Re	$f$	$H_c$ (m. c. a)
Circuit anada	$J'_c - K_c$	0	0,000136729	0,1328	-	-	-	-	-	-	-	-
	$K_c - L_c$	6,54	2,85341E-05	0,0277	8-10	13	0,013	0,015	0,21	7753,23	0,0334	0,0396
	$K_c - M_c$	0,2	0,000108195	0,1051	14-16	13	0,013	0,015	0,82	29398,48	0,0238	0,0124
	$M_c - N_c$	5,43	7,61274E-05	0,0739	12-14	13	0,013	0,015	0,57	20685,17	0,0259	0,1812
	$N_c - O_c$	2,97	4,79088E-05	0,0465	10-12	13	0,013	0,015	0,36	13017,67	0,0291	0,0441
	$O_c - P_c$	6,08	2,39544E-05	0,0233	8-10	13	0,013	0,015	0,18	6508,84	0,0351	0,0273
	$M_c - Q_c$	1,32	3,20675E-05	0,0311	8-10	13	0,013	0,015	0,24	8713,31	0,0324	0,0098
	$N_c - R_c$	1,1	2,82186E-05	0,0274	8-10	13	0,013	0,015	0,21	7667,50	0,0335	0,0065
Anada - Tornada	$L_c - L_f$	2,09	2,85341E-05	0,0277	8-10	13	0,013	0,015	0,21	7753,23	0,0334	0,0127
	$O_c - O_f$	8,3	2,39544E-05	0,0233	8-10	13	0,013	0,015	0,18	6508,84	0,0351	0,0372
	$P_c - P_f$	1,33	2,39544E-05	0,0233	8-10	13	0,013	0,015	0,18	6508,84	0,0351	0,0060
	$Q_c - S_f$	8,85	2,1912E-05	0,0213	8	13	0,013	0,015	0,17	5953,89	0,0361	0,0341
	$Q_c - T_f$	6,74	1,01554E-05	0,0099	8	8	0,008	0,010	0,20	4484,05	0,0393	0,0690
	$R_c - R_f$	0,28	1,84603E-05	0,0179	8	8	0,008	0,010	0,37	8150,98	0,0331	0,0080
	$R_c - U_f$	4,7	9,75833E-06	0,0095	8	8	0,008	0,010	0,19	4308,71	0,0398	0,0449
Circuit tornada	$U_f - R_f$	3,18	9,75833E-06	0,0095	8	8	0,008	0,010	0,19	4308,71	0,0398	0,0304
	$R_f - N_f$	0,34	2,82186E-05	0,0274	8-10	13	0,013	0,015	0,21	7667,50	0,0335	0,0020
	$T_f - Q_f$	0,3	1,01554E-05	0,0099	8	8	0,008	0,010	0,20	4484,05	0,0393	0,0031
	$S_f - Q_f$	1,32	2,1912E-05	0,0213	8-10	13	0,013	0,015	0,17	5953,89	0,0361	0,0051
	$Q_f - M_f$	1,32	3,20675E-05	0,0311	8-10	13	0,013	0,015	0,24	8713,31	0,0324	0,0098
	$P_f - O_f$	6,08	2,39544E-05	0,0233	8-10	13	0,013	0,015	0,18	6508,84	0,0351	0,0273
	$O_f - N_f$	2,97	4,79088E-05	0,0465	10-12	13	0,013	0,015	0,36	13017,67	0,0291	0,0441
	$N_f - M_f$	5,43	7,61274E-05	0,0739	12-14	13	0,013	0,015	0,57	20685,17	0,0259	0,1812
	$M_f - K_f$	0,14	0,000108195	0,1051	14-16	13	0,013	0,015	0,82	29398,48	0,0238	0,0087
	$L_f - K_f$	6,54	2,85341E-05	0,0277	8-10	13	0,013	0,015	0,21	7753,23	0,0334	0,0396
	$K_f - J'_f$	0	0,000136729	0,1328	-	-	-	-	-	-	-	-

Taula 2.29. Cabals, diàmetres de les canonades i carregues contínues de cada tram de la primera planta.

Entre plantes											
Tram	Longitud (m)	$Q$ ( $m^3/s$ )	$\dot{m}$ ( $kg/s$ )	Diàmetre taula int. (mm)	Diàmetre normalitzat int. (mm)	Diàmetre normalitzat interior (m)	Diàmetre exterior (m)	$\bar{v}$ ( $m/s$ )	Re	$f$	$H_c$ ( $m. c. a$ )
$J_c - J'_c$	2,6	0,000136729	0,1328	16-18	20	0,020	0,022	0,44	24148,61	0,0248	0,0312
$J_f - J'_f$	2,6	0,000136729	0,1328	16-18	20	0,020	0,022	0,44	24148,61	0,0248	0,0312

Taula 2.30. Cabals, diàmetres de les canonades i carregues contínues de cada tram entre plantes.

Càrregues contínues (m.c.a)	
Planta Baixa	1,2052
1 Planta	0,8840
Entre plantes	0,0623
<b>Totals</b>	<b>2,1516</b>

Taula 2.31. Càrregues contínues totals.



### 2.2.2.5. Pèrdues de càrrega singulars

Aquestes pèrdues de càrrega singulars ( $H_s$ ) es produeixen per les caigudes de pressió motivades per els canvis de direcció i velocitat del fluid quan aquest passa per elements que obstaculitzen el seu flux, com per exemple, colzes, T, vàlvules, emissors...

Hi han dos mètodes de càlcul, el dels coeficients de pèrdues singulars i el mètode de la longitud equivalent. En aquest cas s'utilitzarà el primer mètode. Aquest mètode es basa amb que cada singularitat té un coeficient de resistència singular particular, que depèn de molts factors com per exemple la rugositat, el material, obstruccions o curvatures.

Com més gran sigui aquest coeficient, voldrà dir que les pèrdues de càrrega singulars seran majors. A més d'aquest terme, també depèn de la velocitat del fluid, ja que a més velocitat, més pèrdues hi haurà.

L'expressió per a calcular aquestes pèrdues és la següent:

$$h_s = \xi \cdot \frac{\bar{v}^2}{2g}$$

Equació 2.26

On:

$\xi$  és el coeficient de resistència singular.

En les taules Taula 2.32 Taula 2.33 Taula 2.34 s'especifiquen els accessoris de l'instal·lació, especificant en quin tram estan i en quina planta. Entre els quals, hi han colzes de 90°, bifurcacions en forma de T, valvuleria, els propis radiadors, la caldera, etc.

Els manòmetres i vàlvules de seguretat no s'han tingut en compte en aquest apartat, ja que no aniran connectats directament al circuit principal, sinó que estaran en un ramal d'aquest circuit, ja sigui d'anada o de retorn.





Planta baixa		
	Tram	Accessoris
Circuit anada	$A_c - J_c$	1 T ( $J_c$ )
		Vàlvula de tall
		Filtre
	$J_c - B_c$	1 T ( $B_c$ )
	$B_c - C_c$	1 T ( $C_c$ )
	$B_c - E_c$	1 T ( $E_c$ )
	$C_c - D_c$	1 T ( $D_c$ )
	$C_c - H_c$	1 colze 90º ( $H_c$ )
	$E_c - F_c$	1 T ( $F_c$ )
	$F_c - G_c$	1 colze 90º ( $G_c$ )
Anada - Tornada	$D_c - I_f$	6 colzes 90º
		1 radiador
	$D_c - D_f$	2 colzes 90º
		1 radiador
	$E_c - E_f$	5 colzes 90º
		1 radiador
	$F_c - F_f$	3 colzes 90º
		1 radiador
	$G_c - G_f$	3 colzes 90º
		1 radiador
Circuit tornada	$I_f - D_f$	3 colzes 90º
		1 radiador
	$D_f - C_f$	1 colze 90º ( $I_f$ )
	$H_f - C_f$	1 T ( $D_f$ )
	$G_f - F_f$	1 colze 90º ( $H_f$ )
	$F_f - E_f$	1 colze 90º ( $G_f$ )
	$E_f - B_f$	1 T ( $F_f$ )
	$C_f - B_f$	1 T ( $E_f$ )
	$B_f - J_f$	1 T ( $C_f$ )
	$J_f - A_f$	1 T ( $B_f$ )

Taula 2.32. Accessoris en cada tram de la planta baixa.



Primera planta	
Tram	Accessoris
Circuit anada	1 T ( $K_c$ )
	Vàlvula de tall
	Vàlvula antiretorn
	1 colze 90° ( $L_c$ )
	1 T ( $M_c$ )
	1 T ( $N_c$ )
	1 T ( $O_c$ )
	1 colze 90° ( $P_c$ )
	1 T ( $Q_c$ )
	1 T ( $R_c$ )
Anada - Tornada	3 colzes 90°
	1 radiador
	11 colzes 90°
	1 radiador
	3 colzes 90°
	1 radiador
	12 colzes 90°
	1 radiador
	6 colzes 90°
	1 radiador
	2 colzes 90°
	1 radiador
Circuit tornada	4 colzes 90°
	1 radiador
	1 colze 90° ( $U_f$ )
	1 T ( $R_f$ )
	1 colze 90° ( $T_f$ )
	1 colze 90° ( $S_f$ )
	1 T ( $Q_f$ )
	1 colze 90° ( $P_f$ )
	1 T ( $O_f$ )
	1 T ( $N_f$ )
	1 T ( $M_f$ )
	1 colze 90° ( $L_f$ )
	1 T ( $K_f$ )

Taula 2.33. Accessoris en cada tram de la primera planta.



Entre plantes	
Tram	Accessoris
$J_c - J'_c$	2 colzes 90º
$J_f - J'_f$	2 colzes 90º

Taula 2.34. Accessoris en els trams entre plantes.

En l'instal·lació tots els colzes existents seran de 90º. Les bifurcacions en T s'analitzaran posteriorment per separat, ja que el coeficient de resistència singular depèn del cabal i les superfícies de les canonades que conflueixen en la T, per aquesta raó no s'ha fet esment de cap accessori de reducció ni expansió, al tractar-se conjuntament amb la T.

Els trams com s'ha determinat anteriorment són entre dos nodes, en les taules anteriors referents als accessoris, s'especifica en quin node es troba aquest, tractant-se de l'inicial o del final.

En els trams que comparteixen circuit d'anada i de tornada, hi haurà un radiador i el nombre de colzes corresponents en cada cas.

Per a la determinació del coeficient de resistència singular s'han estudiat els accessoris més importants de l'instal·lació amb detall.

En el cas dels **colzes**, els valors del coeficient de resistència s'obtidran d'Figura 2.12e Equació 2.27, L'angle introduït ( $\theta_c$ ) ha estat 90º i el radi de curvatura ( $r_c$ ) s'ha considerat  $D_i/2$ .

$$\xi = \left( 0,131 + \left[ \frac{D_i}{2 \cdot r_c} \right]^3 \cdot 0,5 \right) \cdot \frac{\theta_c}{90}$$

Equació 2.27

D'aquesta manera, al no dependre de cabals ni de diàmetres, el coeficient  $\xi$  de tots els colzes de l'instal·lació serà idèntic: 0,631.

Les següents taules mostren els resultats de les pèrdues de càrrega contínues obtinguts per l'efecte dels colzes, determinant el nombre de colzes en cada tram i el coeficient de resistència absolut.



Planta baixa				
Tram	Accessori	$\xi$	$\xi_{total}$	$H_s$ (m. c. a)
$C_c - H_c$	1 colze 90° ( $H_c$ )	0,631	0,631	0,0020
$F_c - G_c$	1 colze 90° ( $G_c$ )	0,631	0,631	0,0020
$D_c - I_f$	6 colzes 90°	0,631	3,786	0,0063
$D_c - D_f$	2 colzes 90°	0,631	1,262	0,0034
$E_c - E_f$	5 colzes 90°	0,631	3,155	0,0119
$F_c - F_f$	3 colzes 90°	0,631	1,893	0,0061
$G_c - G_f$	3 colzes 90°	0,631	1,893	0,0061
$H_c - H_f$	3 colzes 90°	0,631	1,893	0,0059
$I_f - D_f$	1 colze 90° ( $I_f$ )	0,631	0,631	0,0011
$H_f - C_f$	1 colze 90° ( $H_f$ )	0,631	0,631	0,0020
$G_f - F_f$	1 colze 90° ( $G_f$ )	0,631	0,631	0,0020

Taula 2.35. Resultats dels càlcul de les pèrdues de càrrega singulars en els colzes, planta baixa.

Primera planta				
Tram	Accessori	$\xi$	$\xi_{total}$	$H_s$ (m. c. a)
$K_c - L_c$	1 colze 90° ( $L_c$ )	0,631	0,631	0,0015
$O_c - P_c$	1 colze 90° ( $P_c$ )	0,631	0,631	0,0010
$L_c - L_f$	3 colzes 90°	0,631	1,893	0,0045
$O_c - O_f$	11 colzes 90°	0,631	6,941	0,0115
$P_c - P_f$	3 colzes 90°	0,631	1,893	0,0031
$Q_c - S_f$	12 colzes 90°	0,631	7,572	0,0105
$Q_c - T_f$	6 colzes 90°	0,631	3,786	0,0079
$R_c - R_f$	2 colzes 90°	0,631	1,262	0,0087
$R_c - U_f$	4 colzes 90°	0,631	2,524	0,0048
$U_f - R_f$	1 colze 90° ( $U_f$ )	0,631	0,631	0,0012
$T_f - Q_f$	1 colze 90° ( $T_f$ )	0,631	0,631	0,0013
$S_f - Q_f$	1 colze 90° ( $S_f$ )	0,631	0,631	0,0009
$P_f - O_f$	1 colze 90° ( $P_f$ )	0,631	0,631	0,0010
$L_f - K_f$	1 colze 90° ( $L_f$ )	0,631	0,631	0,0015

Taula 2.36. Resultats dels càlcul de les pèrdues de càrrega singulars en els colzes, primera planta.

Entre plantes				
Tram	Accessori	$\xi$	$\xi_{total}$	$H_s$ (m. c. a)
$J_c - J'_c$	2 colzes 90°	0,631	1,262	0,0122
$J_f - J'_f$	2 colzes 90°	0,631	1,262	0,0122

Taula 2.37. Resultats dels càlcul de les pèrdues de càrrega singulars en els colzes, entre plantes.



En el cas de les bifurcacions en **Té**, s'hauran de tenir en compte els cabals i les superfícies de la manera que ho indiquen les figures i gràfics extrets de l'assignatura Enginyeria de fluids.

Abans d'iniciar el càlcul, s'ha de classificar l'accessori T en dos casos:

- Cas de convergència de corrents
- Cas de divergència de corrents

Si dos corrents convergeixen significa que dos cabals provinents de trams diferents s'ajunten en l'accessori T i la suma d'aquests cabals flueix a través del tram restant, tal i com s'indica a la Figura 2.12.

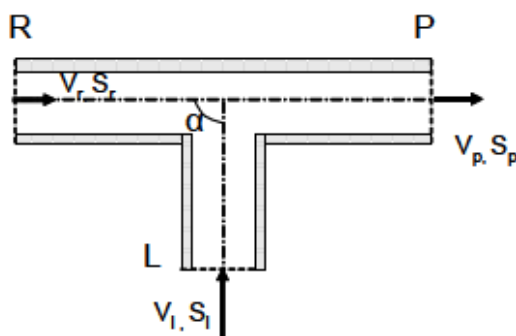


Figura 2.12. Convergència de cabals en accessori T.

Es pot assumir que pràcticament totes les T del circuit de retorn presentaran aquest mateix esquema.

El càlcul de les pèrdues de càrrega de la bifurcació es durà a terme en dos parts, seguint la referència de la Figura 2.12, s'hauran d'estimar les pèrdues entre el punt R i el punt P segons l'Equació 2.28.

$$\Delta h_r = \xi_{pr} \cdot \frac{v_p^2}{2g}$$

Equació 2.28

I les pèrdues entre el punt L i el punt P, segons l'Equació 2.29.

$$\Delta h_l = \xi_{pl} \cdot \frac{v_p^2}{2g}$$

Equació 2.29

Per l'estimació dels coeficients singulars s'utilitzaran dos figures, on es podran determinar els valors amb gran precisió a partir dels cabals dels trams que conflueixen en la T i dels diàmetres d'aquests ramals.



Les figures Figura 2.13i Figura 2.14 són els àbacs dels coeficients de pèrdua singulars en bifurcacions on convergeixin cabals i on l'angle sigui de 90°.

El Tipus A (Figura 2.13), i tenint com a referència l'esquema anterior de l'accessori, serà un àbac on es podran estimar els coeficients sempre i quan la superfície de la canonada R sigui igual a la de la canonada P. És a dir, el diàmetre dels dos trams laterals sigui igual. Es pot parlar de diàmetres i no de àrees o superfícies perquè totes les canonades presenten forma circular.

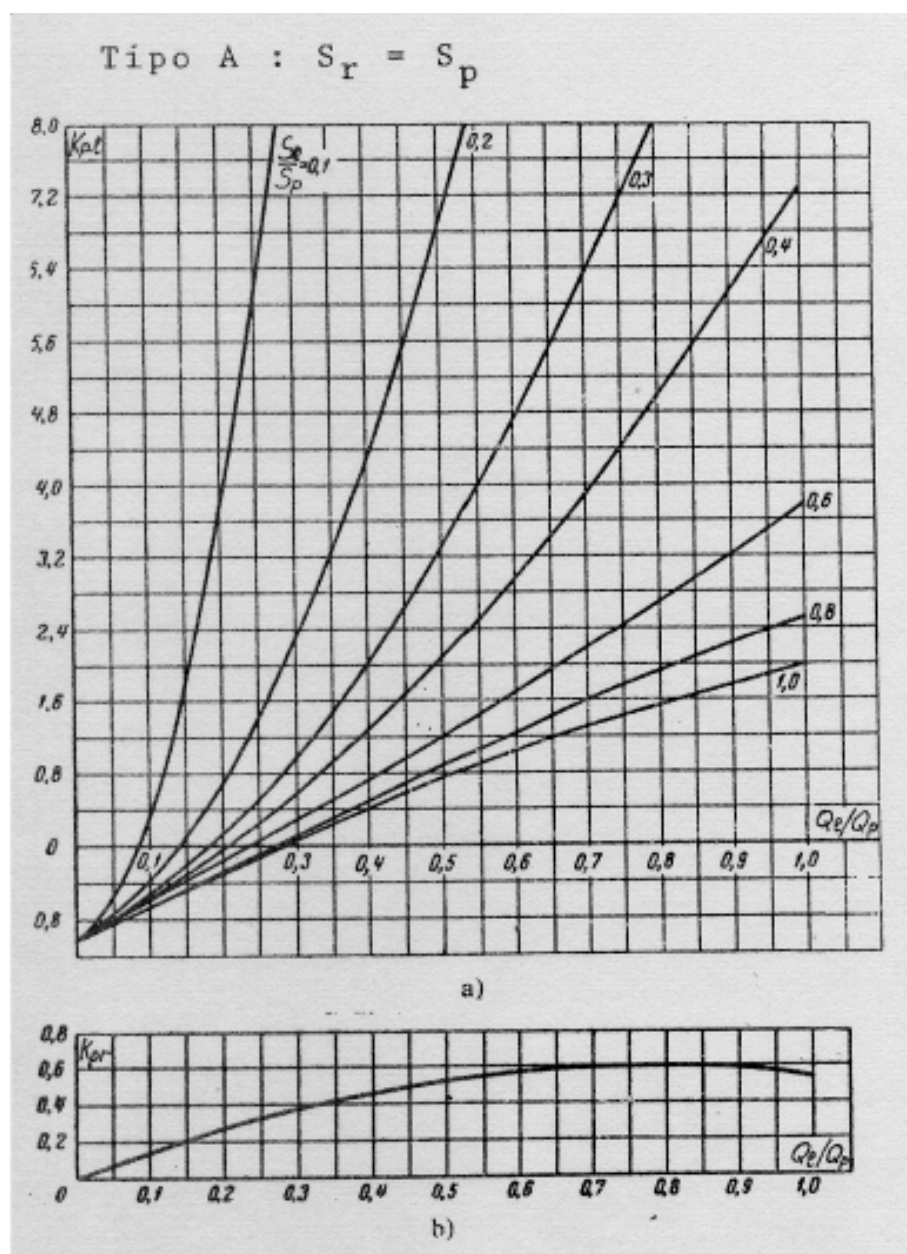


Figura 2.13. Àbac de coeficients de pèrdua singulars per a T convergent on l'angle és 90°. Tipus A.

Com es pot observar el valor dependrà del coeficient entre cabals i el coeficient entre superfícies.



El Tipus B (Figura 2.14), i tenint com a referència l'esquema anterior de l'accessori, serà un àbac on es podran estimar els coeficients en els casos on les superfícies o diàmetres de les canonades siguin diferents.

Com en el cas anterior del tipus A, el valor dependrà dels coeficients de les superfícies de les canonades i els coeficients dels cabals.

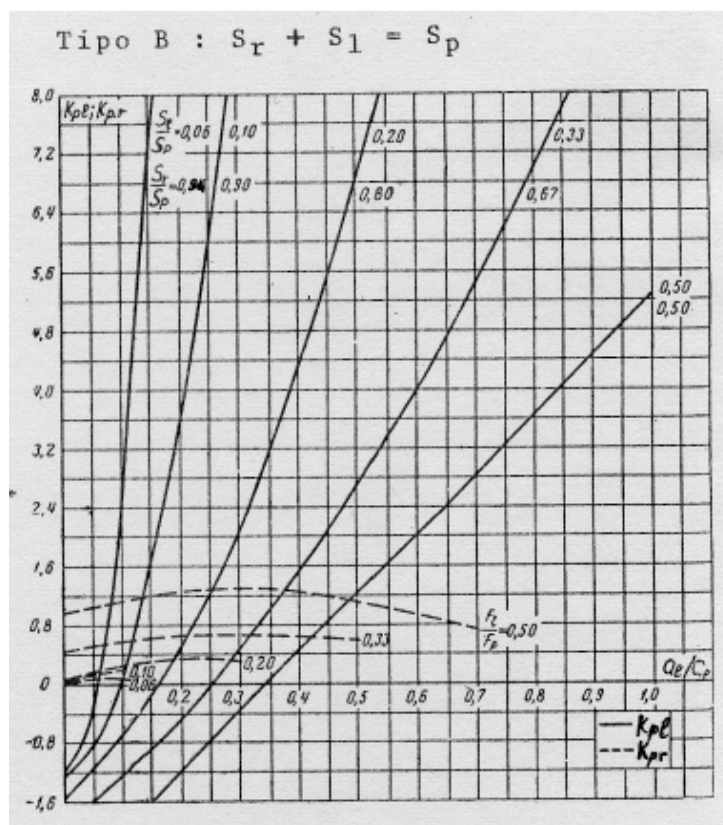


Figura 2.14. Àbac de coeficients de pèrdua singulars per a T convergent on l'angle és 90°. Tipus B.

Si dos corrents divergeixen significa que es bifurquen, on arriba un cabal procedent d'un tram en l'accessori, i aquest cabal es bifurca en dos cabals menors. Aquest serà el cas que s'estudiarà a continuació (Figura 2.15).

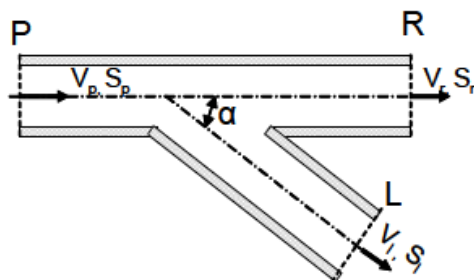


Figura 2.15. Divergència de cabals en accessori T.





Com en el cas de convergència de cabals, els càlculs de les pèrdues de càrrega de la T es faran en dos etapes, del punt P al punt R i del punt P al punt L, seguint les mateixes formules que en el cas anterior (Equació 2.28 i Equació 2.29). En el present projecte totes les T tindran un angle recte.

Pel càlcul de  $\xi_{pl}$ , es tindran dos figures similars que les del cas de convergència, on pel mateix criteri es divideixen entre tipus A i tipus B (Figura 2.16).

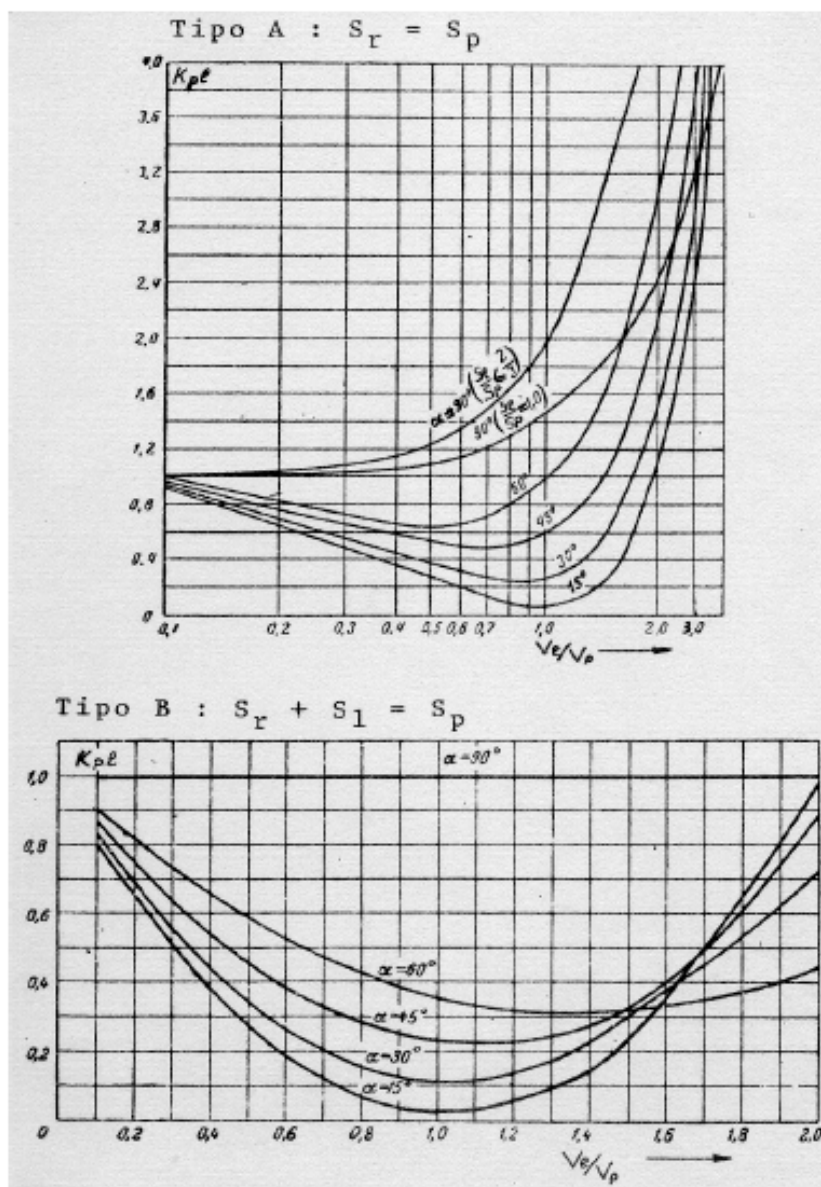


Figura 2.16. Àbac de coeficients de pèrdua singulars  $\xi_{pl}$  per a T divergent. Tipus A i B.

Per finalitzar, amb la següent figura es pot estimar els coeficients de pèrdues de càrrega  $\xi_{pr}$  en el tipus A i el tipus B en el cas de divergència.



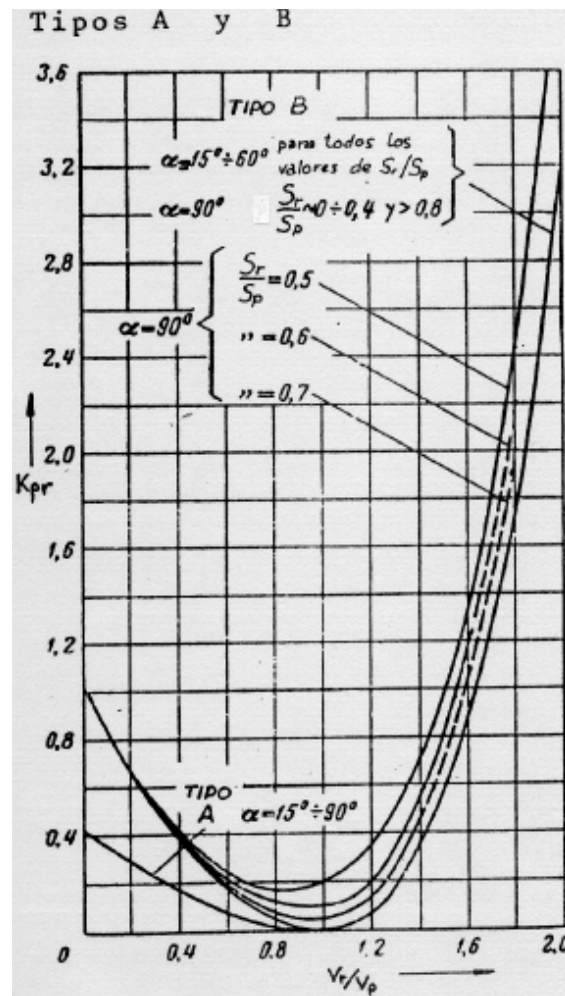


Figura 2.17. Àbac de coeficients de pèrdua singulars  $\xi_{pr}$  per a T divergent. Tipus A i B.

Es pot observar que en aquest cas les figures estan en funció de les velocitats de les corrents que divergeixen en l'accessori i no dels cabals com en el cas anterior.

Es poden trobar una sèrie d'excepcions que no compleixin amb els dos tipus estudiats, per aquests casos s'utilitzaran els valors de la següent figura:

Figura					
$\xi$	0,5	1,0	1,5	3,0	0,05
Figura					
$\xi$	0,1	0,15	2,0	2,0	

Figura 2.18. Coeficients de pèrdua singulars per altres casos en accessori T.



Planta baixa											
Tram	Accessoris	Tipus		$S_L/S_P$	$S_R/S_P$	$Q_L/Q_P$	$v_L/v_P$	$\xi_{pl}$	$\xi_{pr}$	$\xi_T$	$H_s (m. c. a)$
$A_c - J_c$	1 T ( $J_c$ )	Divergència	Tipus B	0,769	0,769	-	0,798	1	0,2	1,2	0,0182
$J_c - B_c$	1 T ( $B_c$ )	Divergència	Altres	-	-	-	-	-	-	1,5	0,0181
$B_c - C_c$	1 T ( $C_c$ )	Divergència	Tipus A	1	1	-	0,547	1,1	0,15	1,25	0,0189
$B_c - E_c$	1 T ( $E_c$ )	Divergència	Tipus A	0,615	1	-	0,448	1,25	0,18	1,43	0,0269
$C_c - D_c$	1 T ( $D_c$ )	Divergència	Tipus B	1	0,615	-	0,769	1	0,18	1,18	0,0053
$E_c - F_c$	1 T ( $F_c$ )	Divergència	Tipus A	1	1	-	0,500	1,15	0,15	1,3	0,0169
$D_f - C_f$	1 T ( $D_f$ )	Convergència	Tipus B	1	0,615	0,769	-	3,5	0,4	3,9	0,0589
$F_f - E_f$	1 T ( $F_f$ )	Convergència	Tipus A	1	1	0,5	-	0,8	0,5	1,3	0,0169
$E_f - B_f$	1 T ( $E_f$ )	Convergència	Tipus A	0,615	1	0,169	-	-0,2	0,25	0,05	0,0009
$C_f - B_f$	1 T ( $C_f$ )	Convergència	Tipus A	1	1	0,547	-	0,9	0,58	1,48	0,0223
$B_f - J_f$	1 T ( $B_f$ )	Convergència	Altres	-	-	-	-	-	-	2	0,0241
$J_f - A_f$	1 T ( $J_f$ )	Convergència	Tipus B	0,769	0,769	0,472	-	1,2	0,4	1,6	0,0243

Taula 2.38. Resultats de les pèrdues de càrrega obtinguts en l'anàlisi dels accessoris en T, en la planta baixa.



Primera planta											
Tram	Accessoris	Tipus		$S_L/S_P$	$S_R/S_P$	$Q_L/Q_P$	$v_L/v_P$	$\xi_{pl}$	$\xi_{pr}$	$\xi_T$	$H_s$ (m. c. a)
$J'_c - K_c$	1 T ( $K_c$ )	Divergència	Altres	-	-	-	-	-	-	1,5	0,0145
$K_c - M_c$	1 T ( $M_c$ )	Divergència	Tipus A	1	1	-	0,296	1	0,25	1,25	0,0423
$M_c - N_c$	1 T ( $N_c$ )	Divergència	Tipus A	1	1	-	0,371	1,1	0,2	1,3	0,0218
$N_c - O_c$	1 T ( $O_c$ )	Divergència	Tipus A	1	1	-	0,5	1,15	0,15	1,3	0,0086
$M_c - Q_c$	1 T ( $Q_c$ )	Divergència	Altres	-	-	-	-	-	-	1,5	0,0045
$N_c - R_c$	1 T ( $R_c$ )	Divergència	Tipus B	0,615	0,615	-	1,727	1	3,05	4,05	0,0093
$R_f - N_f$	1 T ( $R_f$ )	Convergència	Tipus B	0,615	0,615	0,654	-	2,4	0,5	2,9	0,0067
$Q_f - M_f$	1 T ( $Q_f$ )	Convergència	Altres	-	-	-	-	-	-	2	0,0059
$O_f - N_f$	1 T ( $O_f$ )	Convergència	Tipus A	1	1	0,5	-	0,8	0,5	1,3	0,0086
$N_f - M_f$	1 T ( $N_f$ )	Convergència	Tipus A	1	1	0,371	-	0,4	0,42	0,82	0,0137
$M_f - K_f$	1 T ( $M_f$ )	Convergència	Tipus A	1	1	0,296	-	0,1	0,4	0,5	0,0169
$K_f - J'_f$	1 T ( $K_f$ )	Convergència	Altres	-	-	-	-	-	-	2	0,0193

Taula 2.39. Resultats de les pèrdues de càrrega obtinguts en l'anàlisi dels accessoris en T, en la primera planta.



En els resultats de les pèrdues de càrrega singulars obtinguts pels accessoris en T (Taula 2.38 i Taula 2.39) s'han incorporat tots els càlculs duts a terme. S'ha especificat si en l'accessori divergeixen cabals o en cas contrari, convergeixen, i de quin tipus es tracta (A, B o altres), respectant la nomenclatura de les figures en el procediment de càlcul.

Per a l'utilització dels gràfics adjunts al procediment de càlcul, s'han hagut de tenir en compte els quocients entre les superfícies dels ramals dels accessoris ( $S_L/S_P$  i  $S_R/S_P$ ), el quocient obtingut per la divisió de velocitats entre el ramal L i P i d'igual manera, entre els cabals. El coeficient de resistència de la T és la suma dels coeficients obtinguts a les gràfiques.

En algun cas excepcional un d'aquests coeficients pot ser negatiu, ja que és possible que si la diferència de cabals que convergeixen en una T és molt gran, produeixi efecte de succió d'un corrent en l'altre.

Pel càlcul de les pèrdues de càrrega dels **radiadors**, s'utilitzarà la Figura 2.19, es tracta d'un gràfic on et permet estimar la pèrdua de càrrega del radiador segons el caudal subministrat a l'emissor. Al ser una instal·lació bitubular, sols es tindrà en compte la gràfica corresponent a aquest sistema.

### Gráfico pérdida de carga

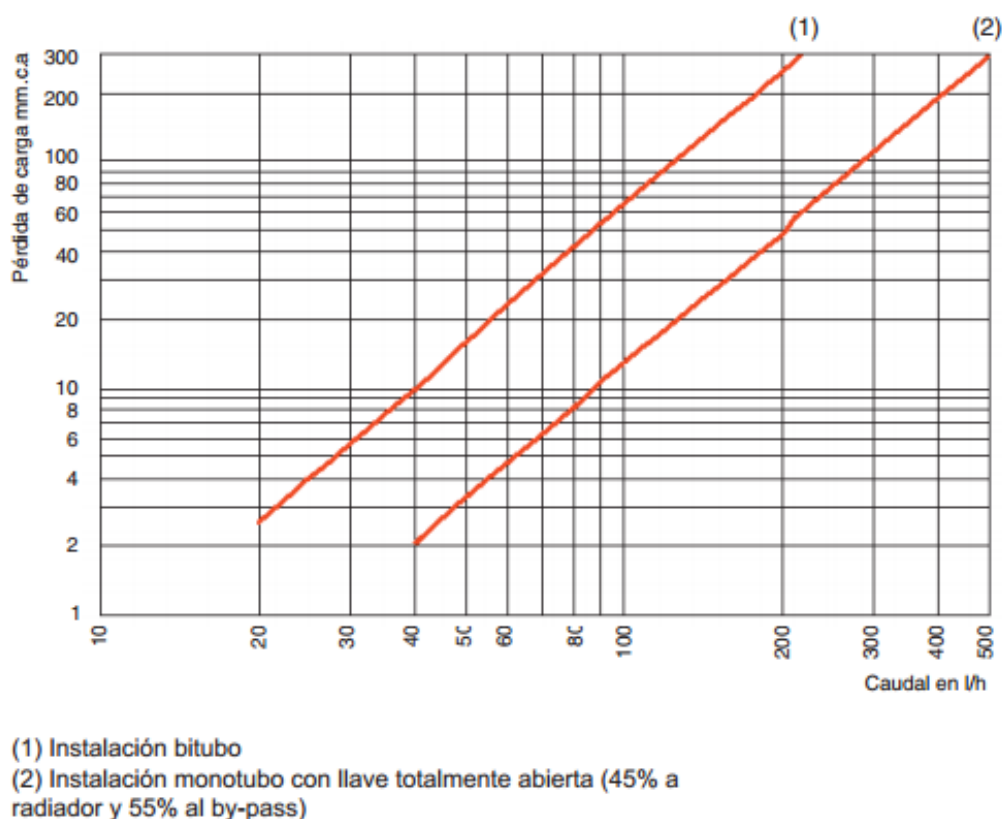


Figura 2.19. Pèrdues de càrrega en radiadors. Font: [www.baxi.es](http://www.baxi.es).



Els resultats obtinguts estan representats en la Taula 2.40.

Radiador	Tram	$Q$ (L/h)	$H_s$ (mm. c. a)	$H_s$ (m. c. a)
D1-1	$E_c - E_f$	49,18	17	0,017
D1-2	$D_c - I_f$	32,79	6	0,006
A1-1	$F_c - F_f$	120,50	80	0,08
A1-2	$G_c - G_f$	120,50	80	0,08
A2-1	$D_c - D_f$	109,43	65	0,065
A2-2	$H_c - H_f$	117,85	75	0,075
AI-1	$L_c - L_f$	102,72	60	0,06
A3-1	$Q_c - S_f$	78,88	40	0,04
D2-1	$Q_c - T_f$	36,56	7	0,007
D3-1	$R_c - U_f$	35,13	7	0,007
DE-1	$R_c - R_f$	66,46	27	0,027
AP-1	$P_c - P_f$	86,24	45	0,045
AP-2	$O_c - O_f$	86,24	45	0,045

Taula 2.40. Resultats pèrdues de càrrega dels radiadors.

Per escollir els coeficients de resistència de les **vàlvules**, s'utilitzarà la següent taula, on es mostren un seguit de vàlvules de diferents tipus i el coeficient per cada una d'elles.

Accesorios	K
Válvula esférica (totalmente abierta)	10
Válvula en ángulo recto (totalmente abierta)	5
Válvula de seguridad (totalmente abierta)	2.5
Válvula de retención (totalmente abierta)	2
Válvula de compuerta (totalmente abierta)	0.2
Válvula de compuerta (abierto $\frac{3}{4}$ )	1.15
Válvula de compuerta (abierto $\frac{1}{2}$ )	5.6
Válvula de compuerta (abierto $\frac{1}{4}$ )	24.0
Válvula de mariposa (totalmente abierta)	-

Taula 2.41. Coeficients de resistència singulars de vàlvules.

S'han incorporat algunes vàlvules significatives de l'instal·lació, com per exemple vàlvules de comporta en el principi de l'instal·lació i vàlvules antiretorn, però s'han omès la resta de vàlvules de l'instal·lació, com detentors, altres vàlvules antiretorn, vàlvules de seguretat, etc. De la mateixa manera que també s'ha omès les pèrdues de càrrega produïdes per la caldera.

Per aquest motiu en les pèrdues de càrrega totals de l'instal·lació de calefacció es sumará un suplement del 5% per a cobrir aquestes pèrdues no contemplades en el càlcul.



## 2.2.2.6. Resultats

Planta baixa				
	Tram	$H_c(m. c. a)$	Accessoris	$H_s(m. c. a)$
Circuit anada	$A_c - J_c$	0,0045	1 T ( $J_c$ )	0,0182
			Vàlvula de tall	0,0030
			Filtre	0,0303
	$J_c - B_c$	0,0029	1 T ( $B_c$ )	0,0181
	$B_c - C_c$	0,1339	1 T ( $C_c$ )	0,0189
	$B_c - E_c$	0,0919	1 T ( $E_c$ )	0,0269
	$C_c - D_c$	0,0313	1 T ( $D_c$ )	0,0053
	$C_c - H_c$	0,0530	1 colze 90° ( $H_c$ )	0,0020
	$E_c - F_c$	0,0573	1 T ( $F_c$ )	0,0169
	$F_c - G_c$	0,0537	1 colze 90° ( $G_c$ )	0,0020
Anada - Tornada	$D_c - I_f$	0,0196	6 colzes 90°	0,0063
			1 radiador	0,0060
	$D_c - D_f$	0,0024	2 colzes 90°	0,0034
			1 radiador	0,0650
	$E_c - E_f$	0,1168	5 colzes 90°	0,0119
			1 radiador	0,0170
	$F_c - F_f$	0,0379	3 colzes 90°	0,0061
			1 radiador	0,0800
	$G_c - G_f$	0,0655	3 colzes 90°	0,0061
			1 radiador	0,0800
Circuit tornada	$H_c - H_f$	0,0636	3 colzes 90°	0,0059
			1 radiador	0,0750
	$I_f - D_f$	0,0128	1 colze 90° ( $I_f$ )	0,0011
	$D_f - C_f$	0,0186	1 T ( $D_f$ )	0,0589
	$H_f - C_f$	0,0530	1 colze 90° ( $H_f$ )	0,0020
	$G_f - F_f$	0,0537	1 colze 90° ( $G_f$ )	0,0020
	$F_f - E_f$	0,0573	1 T ( $F_f$ )	0,0169
	$E_f - B_f$	0,0919	1 T ( $E_f$ )	0,0009
	$C_f - B_f$	0,1339	1 T ( $C_f$ )	0,0223
	$B_f - J_f$	0,0029	1 T ( $B_f$ )	0,0241
	$J_f - A_f$	0,0045	1 T ( $J_f$ )	0,0243

Taula 2.42. Resultats de les pèrdues de càrrega contínues i singulars de la planta baixa.



Primera planta				
	Tram	$H_c(m. c. a)$	Accessoris	$H_s(m. c. a)$
Circuit anada	$J'_c - K_c$	0	1 T ( $K_c$ )	0,0145
			Vàlvula de tall	0,0019
			Vàlvula antiretorn	0,0193
	$K_c - L_c$	0,0396	1 colze 90º ( $L_c$ )	0,0015
	$K_c - M_c$	0,0124	1 T ( $M_c$ )	0,0423
	$M_c - N_c$	0,1812	1 T ( $N_c$ )	0,0218
	$N_c - O_c$	0,0441	1 T ( $O_c$ )	0,0086
	$O_c - P_c$	0,0273	1 colze 90º ( $P_c$ )	0,0010
	$M_c - Q_c$	0,0098	1 T ( $Q_c$ )	0,0045
	$N_c - R_c$	0,0065	1 T ( $R_c$ )	0,0093
Anada - Tornada	$L_c - L_f$	0,0127	3 colzes 90º	0,0045
			1 radiador	0,0600
	$O_c - O_f$	0,0372	11 colzes 90º	0,0115
			1 radiador	0,0450
	$P_c - P_f$	0,0060	3 colzes 90º	0,0031
			1 radiador	0,0450
	$Q_c - S_f$	0,0341	12 colzes 90º	0,0105
			1 radiador	0,0400
	$Q_c - T_f$	0,0690	6 colzes 90º	0,0079
			1 radiador	0,0070
	$R_c - R_f$	0,0080	2 colzes 90º	0,0087
			1 radiador	0,0270
Circuit tornada	$R_c - U_f$	0,0449	4 colzes 90º	0,0048
			1 radiador	0,0070
	$U_f - R_f$	0,0304	1 colze 90º ( $U_f$ )	0,0012
	$R_f - N_f$	0,0020	1 T ( $R_f$ )	0,0067
	$T_f - Q_f$	0,0031	1 colze 90º ( $T_f$ )	0,0013
	$S_f - Q_f$	0,0051	1 colze 90º ( $S_f$ )	0,0009
	$Q_f - M_f$	0,0098	1 T ( $Q_f$ )	0,0059
	$P_f - O_f$	0,0273	1 colze 90º ( $P_f$ )	0,0010
	$O_f - N_f$	0,0441	1 T ( $O_f$ )	0,0086
	$N_f - M_f$	0,1812	1 T ( $N_f$ )	0,0137
	$M_f - K_f$	0,0087	1 T ( $M_f$ )	0,0169
	$L_f - K_f$	0,0396	1 colze 90º ( $L_f$ )	0,0015
	$K_f - J'_f$	0	1 T ( $K_f$ )	0,0193

Taula 2.43. Resultats de les pèrdues de càrrega contínues i singulars de la primera planta.



Entre plantes			
Tram	$H_c(m. c. a)$	Accessoris	$H_s(m. c. a)$
$J_c - J'_c$	0,0312	2 colzes 90º	0,0122
$J_f - J'_f$	0,0312	2 colzes 90º	0,0122

Taula 2.44. Resultats de les pèrdues de càrrega contínues i singulars dels trams entre plantes.

Com s'ha justificat anteriorment s'aplicarà un suplement del 5,5% en les pèrdues de càrrega totals, la Taula 2.45 representa les pèrdues totals sense aquest suplement.

	$H_c(m. c. a)$	$H_s(m. c. a)$	TOTAL (m. c. a)
Planta baixa	1,205	0,657	1,862
Entre plantes	0,062	0,024	0,087
Primera planta	0,884	0,484	1,368
<b>TOTAL</b>	<b>2,213</b>	<b>1,165</b>	<b>3,317</b>

Taula 2.45. Pèrdues de càrrega totals sense suplement.

Pèrdues de càrrega totals = 3,317 + 5,5% = **3,547 m.c.a**

### 2.2.3. Càlcul de la caldera

Pel càlcul de la potència que ha tenir la caldera de pèl·lets es tindran en compte les necessitats energètiques de calefacció i les d'aigua calenta sanitària. La potència calorífica per calefacció serà la instal·lada, és a dir, la potència dissipada pels radiadors i no les pèrdues tèrmiques.

Pel càlcul de la potència necessària per a ACS es seguirà la següent equació:

$$P_{ACS} = \dot{m}_{H_2O} \cdot C_{e\text{aigua}} \cdot (T_{ACS} - T_{xarxa})$$

Equació 2.30

On:

$\dot{m}_{H_2O}$  és el cabal màssic d'aigua establert per la preparació del dipòsit acumulador d'ACS, en Kg/s.

$C_{e\text{aigua}}$  és el calor específic de l'aigua,  $4186 \text{ J/Kg} \cdot ^\circ\text{C}$ .

$T_{ACS}$  és la temperatura fins on s'escalfa l'aigua destinada a ACS,  $60^\circ\text{C}$ .

$T_{xarxa}$  és la temperatura d'entrada, la de la xarxa general. Com que aquesta temperatura depèn del mes de l'any, s'ha considerat la més desfavorable (La dels mesos de gener i desembre). Aquesta temperatura serà  $7^\circ\text{C}$ .





Per a calcular el cabal màssic, s'ha de determinar el temps que serà necessari preparar el volum d'aigua del dipòsit (115 L). Per les característiques del dipòsit acumulador, s'ha trobat adient un temps de 45 minuts (2700 segons) de preparació. Aquest càlcul es farà segons Equació 2.31:

$$\dot{m}_{H_2O} = \frac{\text{Volum dipòsit}}{\text{Temps de preparació}} \cdot \text{Densitat aigua}$$

Equació 2.31

Si s'admet que per aquesta temperatura la densitat de l'aigua és de 1 Kg/L, aleshores:

$$\dot{m}_{H_2O} = \frac{115 \text{ L}}{2700 \text{ s}} \cdot 1 \frac{\text{Kg}}{\text{L}} = 0,043 \frac{\text{Kg}}{\text{s}}$$

Si operem l'Equació 2.30 queda de la següent manera:

$$P_{ACS} = 0,043 \cdot 4186 \cdot (60 - 7) = 9539,9 \text{ W}$$

En el cas de la potència instal·lada en calefacció serà de 23600 W.

L'instal·lació de producció d'aigua calenta sanitària tindrà prioritat sobre la producció de calefacció, de forma que en el moment que s'estigui escalfant l'acumulador d'ACS, tota la potència de la caldera serà destinada a aquest fi, parant-se d'aquesta manera durant un curt període de temps la calefacció.

La potència que haurà de tenir vindrà definida per la potència instal·lada en calefacció i un coeficient de seguretat del 10%.

$$P_{caldera} = 23600 \cdot 1,1 = 25960 \text{ W}$$

Equació 2.32

Aquest 10% incrementat és per ajustar les pèrdues a través de la xarxa de distribució.

#### 2.2.3.1. Elecció de caldera

S'han escollit un seguit de calderes de pèl·lets o calderes policombustibles de diferents fabricants. S'han intentat que estiguin el més automatitzades possible, amb una potència nominal superior a la potència calculada en l'apartat anterior i un contenidor de biomassa el més gran possible.



Marca	Model	Potència nominal	Contenidor Pèl·lets	Dipòsit aigua (L)	Modulació	Preu (€)
DOMUSA	BioClass 42	42,5kW	195 Kg	104	-	4495
Grupo Biosan	GG35K	31,38 kW	200 Kg	110	9-31,4	3360
Grupo Biosan	GPL 35	29 kW	126 Kg	42	-	4123,8
FERROLI	SFL-4	30 kW	140 Kg	30	-	2955
FERROLI	SFL- 6	42 kW	238 Kg	38	-	3765
FERROLI	NATURFIRE 30	29 kW	68 Kg	-	-	4595
VAILLAN	VKP 302-3	30 kW	150 L	-	6-30	10013
Ökofen	PALLEMATI C PE32	32 kW	130 Kg	104	10-32	9164
IDROGAS	BIO-TOP30	30 kW	150 Kg	100	10-30	3819
BIOCALORA	KP21	29 kW	-	70	8-29	5313

Taula 2.46. Calderes escollides de diferents fabricants.

L'eficiència de les calderes de biomassa és molt elevada, totes tenen un rendiment al voltant del 90 %, per aquest motiu no es tindrà com a factor important a tenir en compte a l'hora de l'elecció. El contenidor de pèl·lets varia significativament, aquesta tremuja servirà per abastir la caldera de combustible i s'haurà de recarregar quan sigui necessari, depenent de la potència i de les hores d'us.

Un factor important és la modulació de la caldera, aquest paràmetre fa referència al rang de potències en que pot treballar, i a més, el volum d'aigua en la caldera. Com millor es pugui modular i més gran sigui el volum d'aigua interior, més eficient serà la caldera.

Les calderes de biomassa tenen una inèrcia molt gran, és a dir, que encara que s'aturi el procés de combustió per falta de demanda, el combustible ubicat en la cambra es segueix cremant i per aquesta raó és molt aconsellable ubicar un dipòsit d'inèrcia que s'encarregui d'absorbir aquest calor residual. Si aquesta energia no s'aprofita i es torna a donar una situació de demanda, el temps en abastir la demanda serà molt major i a més l'eficiència energètica serà menor, però un dipòsit necessita espai, i si la caldera disposa d'una bona modulació i quantitat d'aigua, no serà necessari el dipòsit d'inèrcia.

Un altre factor indiscutiblement important és el preu, i tenint en compte els factors anteriorment exposats, s'ha escollit la caldera de biomassa policomcombustible **GG35K Digital del Grupo Biosan de 31,38 kW**.



Dades tècniques:

Potència Nominal	31,38 kW
Rendiment a màxima / mínima potència	89,75 % / 92%
Consumo pèl·lets potència màxima / mínima	5,9 kg/h / 0,21 kg/h
Pressió màxima	2,5 bar
Nivell sonor	58 db
Potències modulació	5
Rang de modulació	De 9 kW a 31,38 kW
Capacitat de contenidor	200 Kg
Pes	250 Kg
Dipòsit d'aigua	110 L

Taula 2.47. Característiques tècniques de la caldera GG35K Digital.

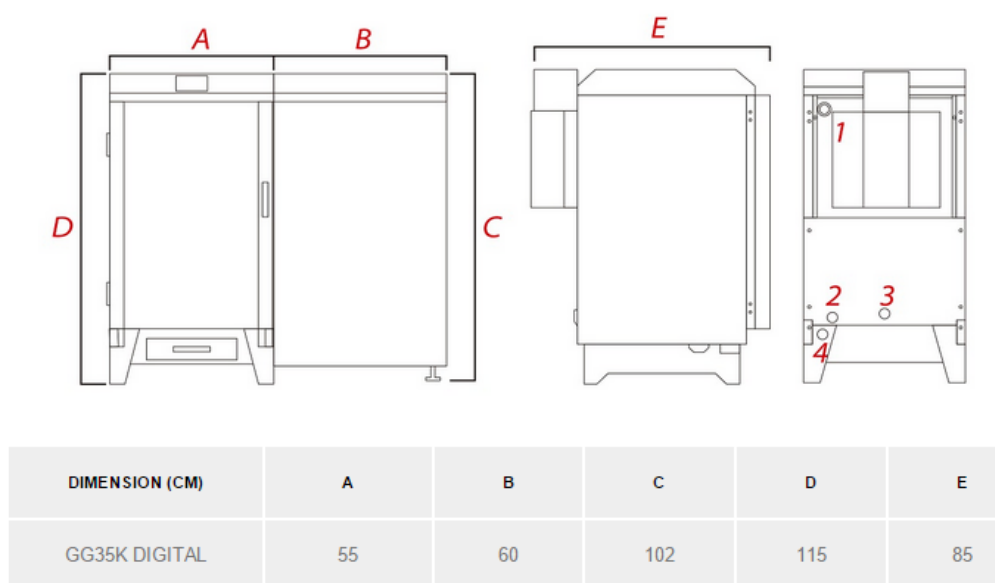


Figura 2.20. Característiques dimensionals de la caldera GG35K Digital.

### 2.2.3.2. Estimació de combustible

El poder calorífic dels pèl·lets és de 5,81kWh/Kg i la potència que haurà de subministrar la caldera de biomassa per garantir la temperatura desitjada en els locals serà la calculada en el apartat anterior, de 25,96 kW.

Com es pot preveure, segons la temperatura exterior (És a dir, segons el mes de l'any) la caldera no tindrà necessitat de generar la totalitat dels kW per garantir la temperatura de confort en l'interior. Dit d'una altra manera, les necessitats tèrmiques al gener seran més



diffícils de suplir que al juny. Per aquest motiu, s'ha estimat en cada mes quin és el percentatge sobre les necessitats totals que haurà de suportar la caldera.

Es calcularà els Kg/h que la caldera consumirà, els kg/mes i per finalitzar el nombre de recàrregues de la sitja que s'hauran de dur a terme en cada mes.

En aquest apartat es suposarà un consum constant sense modulació durant tot el mes i en el Juliol i Agost un consum 0, ja que es tracta d'una escola pública i aquests mesos no són horaris lectius. La següent taula mostra els consums de pèl·lets cada mes.

Mes	% de potència	kW	Kg/h	kg/mes	nº recàrreges cada mes
Gener	100%	25,96	4,46	802,89	4,01
Febrer	100%	25,96	4,46	802,89	4,01
Març	70%	18,17	3,12	562,02	2,81
Abril	50%	12,98	2,23	401,44	2,01
Maig	50%	12,98	2,23	401,44	2,01
Juny	30%	7,79	1,34	240,87	1,20
Juliol	-	0	0,00	0,00	0,00
Agost	-	0	0,00	0,00	0,00
Setembre	40%	10,38	1,78	321,15	1,61
Octubre	70%	18,17	3,12	562,02	2,81
Novembre	100%	25,96	4,46	802,89	4,01
Desembre	100%	25,96	4,46	802,89	4,01

2.48. Consums mensuals estimats de pèl·lets

El consum estimat anual de pèl·lets és de 5700 Kg.

#### 2.2.4. Càlcul del vas d'expansió

S'instal·larà un vas d'expansió tancat.

El sistema d'expansió té la funció d'absorbir les variacions de volum del fluid caloportador contingut en un circuit tancat al variar la seva temperatura, mantenint la pressió entre els límits preestablerts i impedit pèrdues de fluid.

El càlcul del volum del vas d'expansió es durà a terme seguint el procediment de càlcul de la normativa UNE 100155:2004.



Es procedirà a calcular el coeficient d'expansió de l'aigua de l'instal·lació de calefacció segons la temperatura mitjana del sistema, que és 80°C amb l'Equació 2.33.

$$Ce = (-33,48 + 0,738 \cdot t_{mitja}) \cdot 10^{-3}$$

Equació 2.33

On;

$Ce$  és el coeficient d'expansió.

El coeficient d'expansió és sempre positiu i menor que la unitat, representa la relació entre el volum del fluid expansionat, i el volum del fluid en tota l'instal·lació.

$$Ce = \frac{V_u}{V_T}$$

Equació 2.34

On;

$V_u$  és el volum d'aigua expansionat (L).

$V_T$  és el volum total de l'instal·lació (L).

Resolent Equació 2.34 es determina el coeficient d'expansió:

$$Ce = 0,02556$$

A continuació tal i com s'ha justificat anteriorment s'ha de calcular el volum d'aigua total de l'instal·lació. Els elements que contenen aigua són:

- Canonades
- Radiadors
- Caldera

Les taules Taula 2.49, Taula 2.50 i Taula 2.51 mostren cada tram del circuit del sistema de calefacció amb el volum d'aigua de les respectives canonades, i en els trams on hi han radiadors, es determina el volum d'aigua que conté cada un d'aquests.



Planta baixa					
	Tram	Longitud (m)	Diàmetre normalitzat interior (m)	Volum Canonades (L)	Volum en radiadors (L)
Circuit anada	$A_c - J_c$	0,35	0,026	0,584	
	$J_c - B_c$	0,2	0,02	0,974	
	$B_c - C_c$	4,4	0,013	0,584	
	$B_c - E_c$	2,49	0,013	0,331	
	$C_c - D_c$	2,95	0,013	0,392	
	$C_c - H_c$	6,91	0,013	0,917	
	$E_c - F_c$	2,15	0,013	0,285	
	$F_c - G_c$	6,74	0,013	0,895	
Anada - Tornada	$D_c - I_f$	2,3	0,008	0,116	1,74
	$D_c - D_f$	0,35	0,013	0,046	6,76
	$E_c - E_f$	6,89	0,008	0,346	2,61
	$F_c - F_f$	4,75	0,013	0,630	7,28
	$G_c - G_f$	8,21	0,013	1,090	7,28
	$H_c - H_f$	8,29	0,013	1,100	7,28
Circuit tornada	$I_f - D_f$	1,5	0,008	0,075	
	$D_f - C_f$	1,75	0,013	0,232	
	$H_f - C_f$	6,91	0,013	0,917	
	$G_f - F_f$	6,74	0,013	0,895	
	$F_f - E_f$	2,15	0,013	0,285	
	$E_f - B_f$	2,49	0,013	0,331	
	$C_f - B_f$	4,4	0,013	0,584	
	$B_f - J_f$	0,2	0,02	0,974	
	$J_f - A_f$	0,35	0,026	0,584	

Taula 2.49. Volum d'aigua en les canonades de cada tram i radiadors de la planta baixa.



Primera planta					
	Tram	Longitud (m)	Diàmetre normalitzat interior (m)	Volum Canonades (L)	Volum en radiadors (L)
Circuit anada	$J'_c - K_c$	0	-	0,000	
	$K_c - L_c$	6,54	0,013	0,868	
	$K_c - M_c$	0,2	0,013	0,027	
	$M_c - N_c$	5,43	0,013	0,721	
	$N_c - O_c$	2,97	0,013	0,394	
	$O_c - P_c$	6,08	0,013	0,807	
	$M_c - Q_c$	1,32	0,013	0,175	
	$N_c - R_c$	1,1	0,013	0,146	
Anada - Tornada	$L_c - L_f$	2,09	0,013	0,277	6,24
	$O_c - O_f$	8,3	0,013	1,102	5,2
	$P_c - P_f$	1,33	0,013	0,177	5,2
	$Q_c - S_f$	8,85	0,013	1,175	5,2
	$Q_c - T_f$	6,74	0,008	0,339	2,6
	$R_c - R_f$	0,28	0,008	0,014	4,16
	$R_c - U_f$	4,7	0,008	0,236	2,6
Circuit tornada	$U_f - R_f$	3,18	0,008	0,160	
	$R_f - N_f$	0,34	0,013	0,045	
	$T_f - Q_f$	0,3	0,008	0,015	
	$S_f - Q_f$	1,32	0,013	0,175	
	$Q_f - M_f$	1,32	0,013	0,175	
	$P_f - O_f$	6,08	0,013	0,807	
	$O_f - N_f$	2,97	0,013	0,394	
	$N_f - M_f$	5,43	0,013	0,721	
	$M_f - K_f$	0,14	0,013	0,019	
	$L_f - K_f$	6,54	0,013	0,868	
	$K_f - J'_f$	0	-	0,000	

Taula 2.50. Volum d'aigua en les canonades de cada tram i radiadors de la primera planta.



Entre plantes			
Tram	Longitud (m)	Diàmetre normalitzat interior (m)	Volum Canonades (L)
$J_c - J'_c$	2,6	0,02	0,817
$J_f - J'_f$	2,6	0,02	0,817

Taula 2.51. Volum d'aigua en les canonades de cada tram entre plantes.

En els requisits de la caldera seleccionada es pot apreciar que conté 110 litres d'aigua.

	$V_T(\text{Litres})$
Total canonades	24,64
Total radiadors	64,15
Caldera	110
<b>TOTAL</b>	<b>198,79</b>

Taula 2.52. Volum total d'aigua en l'instal·lació de calefacció.

Per al càlcul del volum d'aigua que s'expansiona, s'utilitzarà l'Equació 2.35, donant com a resultat:

$$V_u = 5,08 \text{ Litres}$$

Per a obtenir el volum del vas d'expansió tancat s'haurà de calcular el coeficient de pressió, aquest càlcul es farà partint de l'equació d'estat per a gasos perfectes, considerant que la variació de volum es produeix a temperatura constant. Aquest coeficient representat en l'Equació 2.35 és positiu i major que l'unitat, representa la relació entre el volum del vas d'expansió i el volum expansionat de l'aigua de l'instal·lació.

$$V_v = C_{pp} \cdot V_u$$

Equació 2.35

On;

$V_v$  és el volum mínim del vas d'expansió (L).

$C_{pp}$  és el coeficient de pressió.

Aquest coeficient de pressió es calcularà amb l'Equació 2.36, que relaciona la pressió mínima ( $P_m$ ) i la pressió màxima ( $P_M$ ) de funcionament en el vas de la següent manera:

$$C_{pp} = \frac{P_M}{P_M - P_m}$$

Equació 2.36





La pressió mínima en el vas ha de ser suficient per a evitar cavitacions que poguessin malbaratar el sistema. S'ha de prendre un marge de seguretat de 0,2 bar com a mínim.

La pressió màxima serà lleugerament superior que la pressió de tarat de la vàlvula de seguretat ( $P_{vs}$ ) dels equips que formen part del circuit. S'agafarà el resultat menor del càlcul de les següents expressions:

$$P_M = 0,9 \cdot P_{vs} + 1$$

Equació 2.37

$$P_M = P_{vs} + 0,65$$

Equació 2.38

La pressió mínima del circuit és 1 bar.

La pressió de la vàlvula de seguretat de la caldera ha de estar tarada a la pressió màxima de servei, que en aquest cas és de 2 bars.

- Resultat 1 =  $0,9 \cdot 2 + 1 = 2,8$  bars
- Resultat 2 =  $2 + 0,65 = 2,65$  bars

Per la pressió màxima es prendrà com a correcte el valor 2,65 bars, al ser el menor dels dos, de manera que el coeficient de pressió obtingut de l'Equació 2.36 és:

$$C_{pp} = 1,61$$

I el volum mínim del vas d'expansió obtingut de l'Equació 2.35 és:

$$V_v = 8,16 \text{ Litres}$$

S'ha seleccionat un vas d'expansió tancat amb membrana recanviable de 12 Litres de la marca **GRUPO BIOSAN model R12**.

### **2.2.5. Càlcul bomba circulatòria**

Les bombes de circulació són elements encarregats de fer arribar l'aigua calenta des de els generadors fins als emissors.

Per a escollir una bomba, primer s'ha de calcular l'altura dinàmica total de bombeig, és a dir, la pressió que ha de subministrar la bomba per a poder vèncer tots els obstacles que l'instal·lació presenta.



L'instal·lació de calefacció al ser un circuit tancat l'altura geomètrica no es tindrà en compte per al càlcul de l'altura dinàmica de bombeig, de manera que solament haurà de suplir les pèrdues de càrrega degudes als accessoris i per la fricció amb les canonades.

$$H_m = H_c + H_s$$

Equació 2.39

On;

$H_m$  és l'altura dinàmica de bombeig, en m.c.a.

Per a l'elecció també s'ha de saber el cabal, en el cas del present projecte s'ha optat per col·locar la bomba a la sortida de la bomba en el circuit d'anada, en el tram  $A_c - J_c$ .

$$H_m = 3,56 \text{ m. c. a}$$

$$Q = 0,000289575 \text{ m}^3/\text{s}$$

S'han buscat en diferents fabricants bombes que compleixin amb aquests requisits, i a més que el diàmetre d'impulsió sigui de 26 mm (1 polzada).

Marca	Model	Preu
SEDICAL	A 25/4 B	594 €
GRUNDFOS	ALPHA2 15-50 130	391 €
GRUNDFOS	ALPHA2 15-60 130	412 €

Taula 2.53. Bombes seleccionades de diferents fabricants.

Totes les bombes treballen a 230V i 50Hz, de manera que solament es tindrà en compte el preu en el moment de escollir la bomba.

La bomba triada ha set **GRUNDFOS ALPHA2 15-50 130**.

El fabricant GRUNDFOS disposa d'un software (WebCAPS) on segons el cabal i altura dinàmica de bombeig troba els equips que millor encaixen amb aquestes variables i proporciona totes les característiques i corbes necessàries.

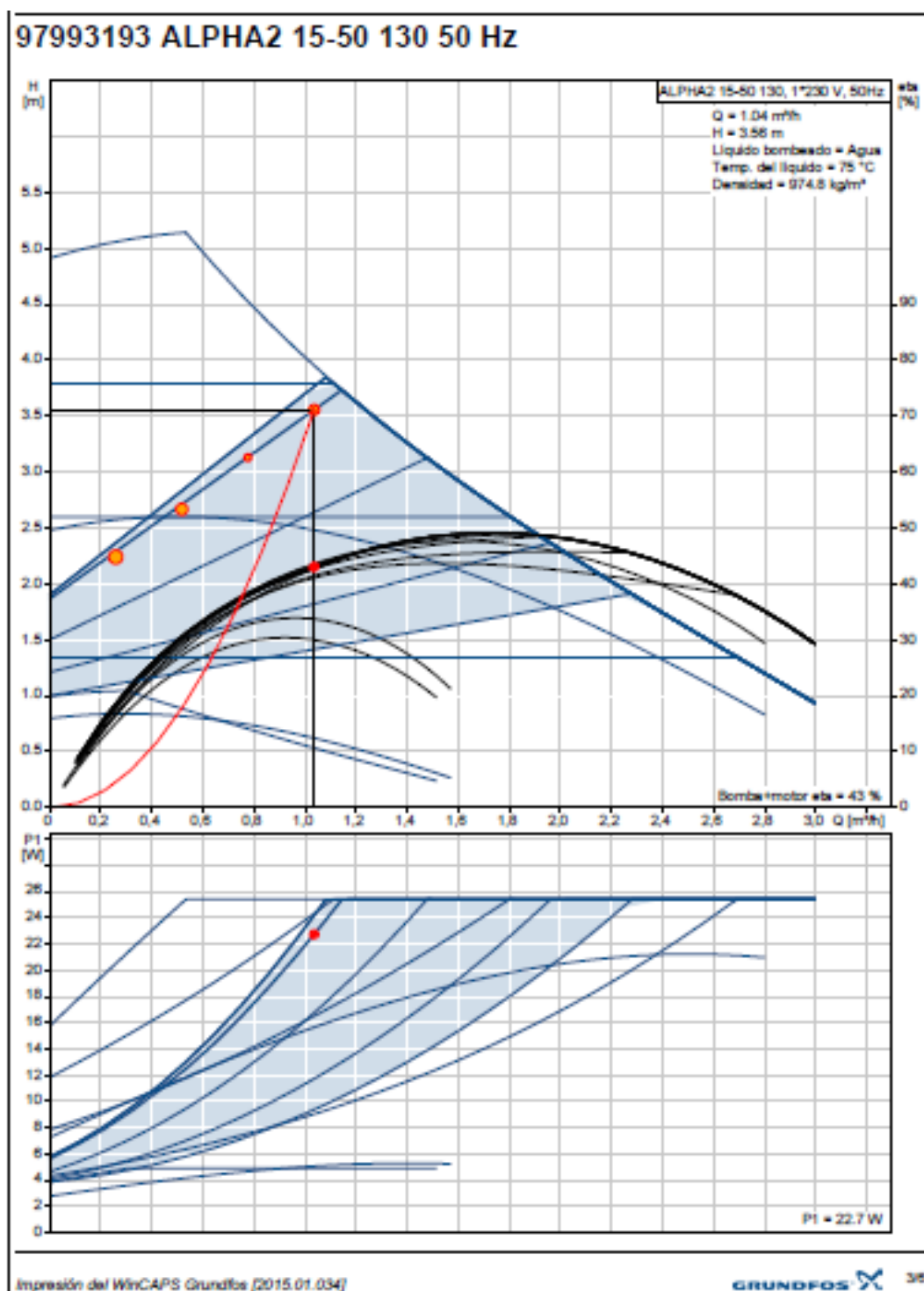


Figura 2.21. Corba característica de la bomba seleccionada ALPHA2 15-50 130.



## 2.2.6. Aïllament dels conductes

El IT 1.2.4.2.1 del RITE determina l'aïllament tèrmic de les xarxes de canonades, segons aquest apartat determina que totes les canonades i accessoris, així com equips, aparells i dipòsits de les instal·lacions tèrmiques disposaran d'aïllament tèrmic quan continguin:

- Fluids refrigerats amb temperatura menor a la temperatura ambient del local per on transcorrin.
- Fluids amb una temperatura superior a 40°C quan estiguin instal·lats en locals no calefactats, entre els que s'han de considerar passadissos, galeries, sales de màquines, etc.

S'aïllaran també les canonades o equips que estiguin instal·lats en l'exterior de l'edifici, la terminació final del aïllament haurà de tenir la protecció suficient contra l'intempèrie.

En tota l'instal·lació tèrmica per la que circulin fluids no subjectes a canvis d'estat, en general les que el fluid caloportador és aigua, les pèrdues tèrmiques globals pel conjunt de conduccions no superaran el 4% de la potència màxima que transporta.

Pel càlcul de l'espessor de les canonades, s'optarà pel procediment simplificat descrit en aquesta mateixa instrucció tècnica.

En el procediment simplificat els espessors mínims d'aïllaments tèrmics, expressats en mil·límetres, en funció del diàmetre de la canonada sense aïllar i de la temperatura del fluid de la xarxa i per un material amb conductivitat tèrmica de referència a 10°C de 0,04 W/(m·K) han de ser els indicats en les taules Taula 2.54 i Taula 2.55. Els espessors de les canonades de retorn seran els mateixos que els espessors de les canonades de impulsió. De la mateixa manera que els accessoris instal·lats en les canonades (vàlvules, filtres...) seran els mateixos que els de la canonada on estan instal·lats.

Els espessors mínims d'aïllament d'equips, aparells i dipòsits han de ser iguals o superiors als indicats en les taules anteriors per a canonades de diàmetre exterior major que 140 mm.

Els espessors mínims d'aïllament de les xarxes de canonades amb un funcionament continu, com xarxes d'ACS, han de ser els indicats per les taules anteriors augmentats 5mm.

Quan s'utilitzin materials amb una conductivitat tèrmica diferent de la indicada com a referència, es considera vàlida la determinació de l'espessor mínim aplicat per les següents equacions:

Per a superfícies planes:

$$d_{min} = d_{ref} \cdot \frac{\lambda}{\lambda_{ref}}$$

Equació 2.40



Per a superfícies de secció circular:

$$d_{min} = \frac{D_{ia}}{2} \left[ EXP \left( \frac{\lambda}{\lambda_{ref}} \cdot \ln \frac{D_{ia} + 2 \cdot d_{ref}}{D_{ia}} \right) - 1 \right]$$

Equació 2.41

On:

$\lambda_{ref}$  és la conductivitat tèrmica de referència, 0,04 W/(m·K) a 10°C.

$\lambda$  és la conductivitat tèrmica del material utilitzat, en W/(m·K).

$d_{ref}$  és el espessor mínim de referència, en mm.

$d_{min}$  és el espessor mínim del material utilitzat, en mm.

$D_{ia}$  és el diàmetre interior del material aïllant (diàmetre exterior de la canonada), en mm.

Diàmetre exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
$D \leq 35$	25	25	30
$35 < D \leq 60$	30	30	40
$60 < D \leq 90$	30	30	40
$90 < D \leq 140$	30	40	50
$140 < D$	35	40	50

Taula 2.54. Espessors mínims d'aïllament (mm) de canonades i accessoris que transporten fluids calents que passen per l'interior d'edificis.

Diàmetre exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
$D \leq 35$	35	35	40
$35 < D \leq 60$	40	40	50
$60 < D \leq 90$	40	40	50
$90 < D \leq 140$	40	50	60
$140 < D$	45	50	60

Taula 2.55. Espessors mínims d'aïllament (mm) de canonades i accessoris que transporten fluids calents que passen per l'exterior d'edificis.



L'aïllament que s'ha elegit ha set un aïllament tubular flexible classe M1 de la marca ISOCELL, distribuït per SALVADOR ESCODA S.A. Les principals característiques que presenta aquest aïllant son:

- Elastómero extruido de célula cerrada Nitril - PVC
- Conductibilidad térmica  $\lambda$ :  
 Grueso 6-25 mm 0,033 W(m.k) a 0°C      Grueso > 25mm 0,036 W(m.k) a 0°C  
 0,034 W(m.k) a 10°C      0,037 W(m.k) a 10°C  
 0,037 W(m.k) a 40°C      0,040 W(m.k) a 40°C
- Temperatura de trabajo tubos: -40 a +110°C
- Longitud estándar: 2 mts.
- Coef. permeabilidad (UNI 9233):  $\geq \mu$  10.000 hasta  $\leq$  25 mm espesor  
 $\geq \mu$  7.000 a partir de >25 mm espesor
- Clasificación al fuego: B<sub>L</sub> S2 d0
- Resistencia al ozono\*: Excelente
- Resist. agentes atmosféricos\*: Excelente
- (\*) Consulte departamento técnico

Els trams de l'instal·lació seran d'un diàmetre menor a 35 mm, i l'aigua que transportaran com a fluid estarà entre 60 i 100°C, de manera i atenent a les taules anteriors referents a l'aïllament dels conductes extrets del RITE, el aïllament mínim haurà de ser de 25 mm d'espessor.

Código	Artículo					Metro lineal €
	Ref.	Ø nominal	Ø Cobre	Ø Hierro	Cont. caja	
	ESPESOR 25 mm (M)					
AI 04 143	6 x 25	6	1/4"	—	64	4,45
AI 04 144	10 x 25	10	3/8"	1/8"	60	4,53
AI 04 240	12 x 25	12	1/2"	—	54	4,58
AI 04 311	15 x 25	15	5/8"	—	52	4,70
AI 04 317	18 x 25	18	3/4"	3/8"	50	4,98
AI 04 318	22 x 25	22	7/8"	1/2"	42	5,55
AI 04 319	25 x 25	25	1"	—	40	6,08
AI 04 320	28 x 25	28	1-1/8"	3/4"	40	6,61
AI 04 321	35 x 25	35	1-3/8"	1"	24	7,11
AI 04 109	42 x 25	42	1-5/8"	1-1/4"	22	7,82
AI 04 110	48 x 25	48	—	1-1/2"	18	8,53
AI 04 118	54 x 25	54	2-1/8"	—	16	9,06
AI 04 119	60 x 25	60	2-3/8"	2"	12	9,95
AI 04 120	64 x 25	64	2-5/8"	—	12	10,52
AI 04 140	76 x 25	76	3"	2-1/2"	10	11,94
AI 04 150	89 x 25	89	3-1/2"	3"	8	13,86
AI 04 151	102 x 25	102	3-5/8"	3-1/2"	6	17,12
AI 04 185	114 x 25	114	4-1/2"	4"	6	18,97
AI 04 213	140 x 25	140	—	5"	4	21,32
AI 04 214	160 x 25	160	—	—	4	28,56

Taula 2.56. Referències i preus de l'aïllant seleccionat en funció del diàmetre nominal.



Com estipula el RITE els conductes que passin per locals no calefactats hauran de incorporar aïllant, de manera que la següent taula especifica quins són aquests trams i el tipus de aïllament que s'incorporarà.

S'ajunten els trams d'impulsió i retorn ja que l'aïllant que tindran serà el mateix.

Tram	Diàmetre exterior canonada (mm)	Referència espessor
$A_c - J_c$ $J_f - A_f$	28	28 x 25
$J_c - B_c$ $B_f - J_f$	22	22 x 25
$B_c - C_c$ $C_f - B_f$	15	15 x 25
$E_c - E_f$	10	10 x 25
$E_c - F_c$ $F_f - E_f$	15	15 x 25
$K_c - L_c$ $L_f - K_f$	15	15 x 25
$K_c - M_c$ $M_f - K_f$	15	15 x 25
$M_c - N_c$ $N_f - M_f$	15	15 x 25
$M_c - Q_c$ $Q_f - M_f$	15	15 x 25
$Q_c - S_f$ $S_f - Q_f$	15	15 x 25
$Q_c - T_f$ $T_f - Q_f$	10	10 x 25

Taula 2.57. Trams que s'aïllaran i la referència de l'aïllant escollit en cada cas.



## 2.2.7. Simbologia

Símbol	Significat
$R_R$	Rati que relaciona el preu i la potència dels emissors comparats (€/W)
$t_{mitja}$	Temperatura mitja de l'aigua en l'instal·lació de calefacció (°C)
$t_{local}$	Temperatura ambient del local on s'instal·la el emissor (°C)
$\Delta t$	Salt tèrmic dels emissors (°C).
$Q_{rad}$	Potència calorífica d'un l'emissor (W).
$Q_{60}$	Potència calorífica de l'emissor per un salt de 60°C (W).
$n$	Exponent de la corba característica de l'emissor.
$Q_{59}$	Potència calorífica del radiador JET 70 per un salt tèrmic de 59°C (W).
$Q_{59,2}$	Potència calorífica del radiador AV 1800 per un salt tèrmic de 59°C (W).
$\dot{m}$	Cabal màssic en els trams de canonades (kg/s).
$C_{e\ aigua}$	Calor específic de l'aigua (J/Kg·K).
$t_{e\ rad}$	Temperatura de l'aigua al entrar a l'emissor (°C).
$t_{s\ rad}$	Temperatura de l'aigua al sortir de l'emissor (°C).
$P_{sub}$	Percentatge de la càrrega tèrmica d'un local que assumeix l'emissor.
$P$	Potencia de l'emissor (W).
$Q$	Cabal en els trams de canonades, les unitats s'especifiquen en cada cas.
$H_c$	Pèrdues de càrrega contínues (m.c.a.)
$f$	Coeficient de fricció en les canonades.
$\bar{v}$	Velocitat mitjana del fluid en les canonades (m/s).
$L$	Longitud de la canonada (m).
$D_i$	Diàmetre interior de la canonada (m).
$S_i$	Superfície transversal de la canonada (m <sup>2</sup> )
$r_i$	Radi interior de la canonada (m)
$Re$	Nombre de Reynolds
$\vartheta$	Viscositat cinemàtica del fluid (m <sup>2</sup> /s).
$\mu$	Viscositat dinàmica del fluid (Pa·s).
$\rho$	Densitat del fluid (kg/m <sup>3</sup> ).
$\varepsilon$	Rugositat relativa d'un material.
$K_a$	Rugositat absoluta d'un material (mm)
$H_s$	Pèrdues de càrrega singulars (m.c.a.)
$\xi$	Coeficient de resistència singular d'un accessori.
$r_c$	Radi de curvatura dels colzes (m).
$\theta_c$	Angle de curvatura dels colzes (°).
$\xi_{total}$	Coeficient de resistència singular de tots els colzes d'un tram.
$\Delta h_r$	Pèrdua de càrrega de P a R en l'accessori T (m.c.a.).
$\Delta h_l$	Pèrdua de càrrega de P a L en l'accessori T (m.c.a.).
$v_p / v_L$	Velocitat del fluid en el ramal P / L de l'accessori T (m/s).
$S_P / S_L / S_R$	Superfície de la canonada en el ramal P / L / R de l'accessori T (m <sup>2</sup> ).
$Q_p / Q_L$	Cabal en el ramal P / L de l'accessori T (m <sup>3</sup> /s).
$\xi_{pl}$	Coeficient de resistència singular de P a L de l'accessori T.





Símbol	Significat
$\xi_{pr}$	Coefficient de resistència singular de P a R de l'accessori T.
$\xi_T$	Coefficient de resistència singular total de l'accessori T.
$P_{ACS}$	Potència necessària per abastir la demanda d'ACS (W).
$\dot{m}_{H_2O}$	Cabal màssic establert per la preparació del dipòsit acumulador d'ACS (kg/s).
$T_{ACS}$	Temperatura fins on s'escalfa l'aigua destinada a ACS (°C).
$T_{xarxa}$	Temperatura d'entrada de la xarxa general (°C).
$P_{caldera}$	Potència mínima que ha de tenir la caldera (W).
$C_e$	Coefficient d'expansió de l'aigua en el sistema de calefacció.
$V_u$	Volum d'aigua expansionada en l'instal·lació de calefacció (L).
$V_T$	Volum d'aigua de tota l'instal·lació (L).
$C_{pp}$	Coefficient de pressió en l'instal·lació de calefacció.
$V_v$	Volum mínim del vas d'expansió del sistema de calefacció (L).
$P_M$	Pressió màxima de l'instal·lació de calefacció (bar).
$P_m$	Pressió mínima de l'instal·lació de calefacció (bar).
$P_{vs}$	Pressió de tarat de la vàlvula de seguretat de la caldera (bar).
$H_m$	És l'altura dinàmica de bombeig (m.c.a.).
$\lambda_{ref}$	Conductivitat tèrmica de referència de l'aïllament segons el RITE (W/(m·K)).
$d_{ref}$	Espessor mínim de referència de l'aïllament (mm).
$d_{min}$	Espessor mínim de l'aïllament del material utilitzat (mm).
$D_{ia}$	Diàmetre interior del material aïllant (mm).

Taula 2.58. Simbologia Annex 2.



## 2.3. Annex 3: Instal·lació ACS

### 2.3.1. Dades prèvies

Abans de realitzar els càlculs necessaris per a definir les dimensions de l'instal·lació i el nombre de captadors que seran necessaris per la mateixa, s'han de conèixer les dades climatològiques de la localitat.

La Taula 2.59 conté la temperatura diària mensual (°C) de l'aigua de la xarxa per diferents capitals de província.

Capital de província	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<i>A Coruña</i>	10	10	11	12	13	14	16	16	15	14	12	11
<i>Albacete</i>	7	8	9	11	14	17	19	19	17	13	9	7
<i>Alicante/Alacant</i>	11	12	13	14	16	18	20	20	19	16	13	12
<i>Almería</i>	12	12	13	14	16	18	20	21	19	17	14	12
<i>Guadalajara</i>	7	8	9	11	14	17	19	19	16	13	9	7
<i>Huelva</i>	12	12	13	14	16	18	20	20	19	17	14	12
<i>Huesca</i>	7	8	10	11	14	16	19	18	17	13	9	7
<i>Jaén</i>	9	10	11	13	16	19	21	21	19	15	12	9
<i>Las Palmas de Gran Canaria</i>	15	15	16	16	17	18	19	19	19	18	17	16
<i>León</i>	6	6	8	9	12	14	16	16	15	11	8	6
<i>Lleida</i>	7	9	10	12	15	17	20	19	17	14	10	7
<i>Logroño</i>	7	8	10	11	13	16	18	18	16	13	10	8

Taula 2.59. Temperatura diària mensual de la xarxa d'aigua.

El INE ofereix dades del AEMet del nombre de hores de sol en diverses regions del país, entre els anys 1997 i 2012. S'ha fet una mitjana de les hores de sol en la localitat de Lleida de cada mes de l'any entre aquest rang d'anys per utilitzar-los en un càlcul posterior. Els resultats es mostren en la Taula 2.60:

Mes	Nombre de hores de sol ( $N_{sol}$ )
Gener	117,19
Febrer	175,81
Març	234,00
Abril	246,80
Maig	288,44
Juny	331,81
Juliol	363,75
Agost	328,19
Setembre	263,53
Octubre	202,00
Novembre	141,06
Desembre	112,38

Taula 2.60. Hores de sol en funció de cada mes de l'any a Lleida.



En l'apartat de càlcul d'ACS, es prendran com a temperatures ambientals la temperatura mitja al llarg del dies durant les hores diürnes, ja que el col·lector no treballa en hores nocturnes. La taula següent mostra la temperatura mitja per la localitat de Lleida durant aquestes hores.

Font: CENSOLAR

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
1 ÁLAVA	7	7	11	12	15	19	21	21	19	15	10	7	13,7
2 ALBACETE	6	8	11	13	17	22	26	26	22	16	11	7	15,4
3 ALICANTE	13	14	16	18	21	25	28	28	26	21	17	14	20,1
4 ALMERÍA	15	15	16	18	21	24	27	28	26	22	18	16	20,5
5 ASTURIAS	9	10	11	12	15	18	20	20	19	16	12	10	14,3
6 ÁVILA	4	5	8	11	14	18	22	22	18	13	8	5	12,3
7 BADAJOZ	11	12	15	17	20	25	28	28	25	20	15	11	18,9
8 BALEARES	12	13	14	17	19	23	26	27	25	20	16	14	18,8
9 BARCELONA	11	12	14	17	20	24	26	26	24	20	16	12	18,5
10 BURGOS	5	6	9	11	14	18	21	21	18	13	9	5	12,5
11 CÁCERES	10	11	14	16	19	25	28	28	25	19	14	10	18,3
12 CÁDIZ	13	15	17	19	21	24	27	27	25	22	18	15	20,3
13 CANTABRIA	11	11	14	14	16	19	21	21	20	17	14	12	15,8
14 CASTELLÓN	13	13	15	17	20	24	26	27	25	21	16	13	19,2
15 CEUTA	15	15	16	17	19	23	25	26	24	21	18	16	19,6
16 CIUDAD REAL	7	9	12	15	18	23	28	27	20	17	11	8	16,3
17 CÓRDOBA	11	13	16	18	21	26	30	30	26	21	16	12	20
18 LA CORUÑA	12	12	14	14	16	19	20	21	20	17	14	12	15,9
19 CUENCA	5	6	9	12	15	20	24	23	20	14	9	6	13,6
20 GERONA	9	10	13	15	19	23	26	25	23	18	13	10	17
21 GRANADA	9	10	13	16	18	24	27	27	24	18	13	9	17,3
22 GUADALAJARA	7	8	12	14	18	22	26	26	22	16	10	8	15,8
23 GUIPÚZCOA	10	10	13	14	16	19	21	21	20	17	13	10	15,3
24 HUELVA	13	14	16	20	21	24	27	27	25	21	17	14	19,9
25 HUESCA	7	8	12	15	18	22	25	25	21	16	11	7	15,6
26 JAÉN	11	11	14	17	21	26	30	29	25	19	15	10	19
27 LEÓN	5	6	10	12	15	19	22	22	19	14	9	6	13,3
28 LÉRIDA	7	10	14	15	21	24	27	27	23	18	11	8	17,1
29 LUGO	8	9	11	13	15	18	20	21	19	15	11	8	14
30 MADRID	6	8	11	13	18	23	28	26	21	15	11	7	15,6

Taula 2.61. Temperatures ambientals mitjanes durant les hores diürnes.

## 2.3.2. Càlcul de l'energia per ACS

### 2.3.2.1. Contribució solar mínima

Segons el DB HE 4 del CTE, en edificis de nova construcció o a edificis existents en que es reformi íntegrament l'edifici en sí o l'instal·lació tèrmica, o en els que es produeixi un canvi d'ús característic del mateix, han de garantir una contribució solar mínima per l'aigua calenta sanitària.

S'estableix una contribució mínima d'energia solar tèrmica en funció de la zona climàtica i de la demanda d'ACS de l'edifici.



Figura 2.22. Zones climàtiques d'Espanya.

Al no poder determinar-se la zona exacta on es troba Torrebesses en el mapa, s'ha incorporat la Taula 2.62 on ens determina la zona climàtica per localitats.

Província	Municipio	Código INE	Zona Climática
LÉRIDA/LLEIDA	Sunyer	25212	III
	Talarn	25215	II
	Talavera	25216	IV
	Tàrrega	25217	III
	Tàrrés	25218	IV
	Tarroja de Segarra	25219	III
	Térmens	25220	III
	Tírvia	25221	II
	Tiurana	25222	III
	Torà	25223	III
	Torms (Els)	25224	IV
	Tornabous	25225	III
	<b>Torrebesses</b>	<b>25226</b>	<b>IV</b>
	Torre de Cabdella (La)	25227	II

Taula 2.62. Zones climàtiques per localitats.

En la Taula 2.63 s'estableix per a cada zona climàtica i diferents nivells de demanda de ACS a una temperatura referència de 60°C, la contribució solar mínima anual exigida per a cobrir les necessitats de ACS.



Demanda total de ACS del edifici (l/d)	Zona climàtica				
	I	II	III	IV	V
50 – 5.000	30	30	40	50	60
5.000 – 10.000	30	40	50	60	70
>10.000	30	50	60	70	70

Taula 2.63. Contribució solar mínima anual d'ACS en %.

S'ha justificat el fet de que Torrebesses pertany a la zona climàtica IV i la demanda total estarà entre 50 i 5000 l/dia, d'aquesta manera seguim amb el que estipula el CTE, l'aportació d'energia solar mínima ha de ser com a mínim de 50%.

### 2.3.2.2. Càlcul de la demanda d'ACS

Per a fer una valoració de la demanda d'aigua calenta sanitària es prendran com a valors unitaris els que apareixen en la Taula 2.64.

Criterio de demanda	Litros/día-unidad	unidad
Vivienda	28	Por persona
Hospitales y clínicas	55	Por persona
Ambulatorio y centro de salud	41	Por persona
Hotel *****	69	Por persona
Hotel ****	55	Por persona
Hotel ***	41	Por persona
Hotel/hostal **	34	Por persona
Camping	21	Por persona
Hostal/pensión *	28	Por persona
Residencia	41	Por persona
Centro penitenciario	28	Por persona
Albergue	24	Por persona
Vestuarios/Duchas colectivas	21	Por persona
Escuela sin ducha	4	Por persona
Escuela con ducha	21	Por persona
Cuarteles	28	Por persona
Fábricas y talleres	21	Por persona
Oficinas	2	Por persona
Gimnasios	21	Por persona
Restaurantes	8	Por persona
Cafeterías	1	Por persona

Taula 2.64. Demanda d'ACS a una temperatura de referència de 60°C segons el DB HE 4.



És necessari especificar que l'edifici disposa de banyera però aquesta mai s'utilitza, ja que ni els alumnes ni el personal de l'escola en fan ús en cap moment, per aquest raonament es procedirà a fer el càlcul de les necessitats d'ACS ometent el fet de que disposa de banyera,

Com s'ha fet menció al capítol de requisits de disseny, a l'escola actualment hi han 18 alumnes i 3 membres del professorat. Però pel càlcul de la demanda d'ACS, es sobredimensionarà l'instal·lació ja que el nombre d'alumnes varia entre els anys i s'ha de garantir l'aportació d'ACS en el supòsit de que augmentés el nombre d'alumnes en un futur. Pel càlcul s'ha determinat un nombre de 28 persones a l'edifici, entre professorat i alumnat. A partir de la Taula 2.64 es determina un total de **112 Litres/dia**.

### **2.3.2.3. Demanda energètica**

Amb les dades indicades anteriorment es pot fer el càlcul de la càrrega mensual d'escalfament de l'aigua calenta sanitària de l'edifici. Aquesta s'ha calculat seguint l'Equació 2.42 definida per la norma UNE 94002:2005.

$$DEM_{ACS} = 4 \frac{\text{Litres}}{\text{Persona.Dia}} \cdot n_p \cdot N_{mes} \cdot \rho_a \cdot c_{p_{aigua}} \cdot (T_{ACS} - T_{xarxa})$$

Equació 2.42

On:

$DEM_{ACS}$  és la demanda d'ACS en MJ.

$n_p$  és el nombre de persones en l'edifici (28).

$N_{mes}$  són els dies del mes.

$\rho_a$  és la densitat de l'aigua (1 kg/dm<sup>3</sup>)

$c_{p_{aigua}}$  és el calor específic de l'aigua (4186 J/kg°C)

$T_{ACS}$  és la temperatura de consum d'ACS (60 °C)

$T_{xarxa}$  és la temperatura de la xarxa de subministrament d'aigua.



Mes	Dies/mes	Demanda (J/mes)	Demanda (MJ/mes)
Gener	31	770290976	770,29
Febrer	28	669492096	669,49
Març	31	726689600	726,69
Abril	30	675118080	675,12
Maig	31	654020640	654,02
Juny	30	604793280	604,79
Juliol	31	0	0
Agost	31	0	0
Setembre	30	604793280	604,79
Octubre	31	668554432	668,55
Novembre	30	703248000	703,25
Desembre	31	770290976	770,29
<b>TOTAL</b>		<b>6847291360</b>	<b>6847,29</b>

Taula 2.65. Càrregues mensuals d'ACS

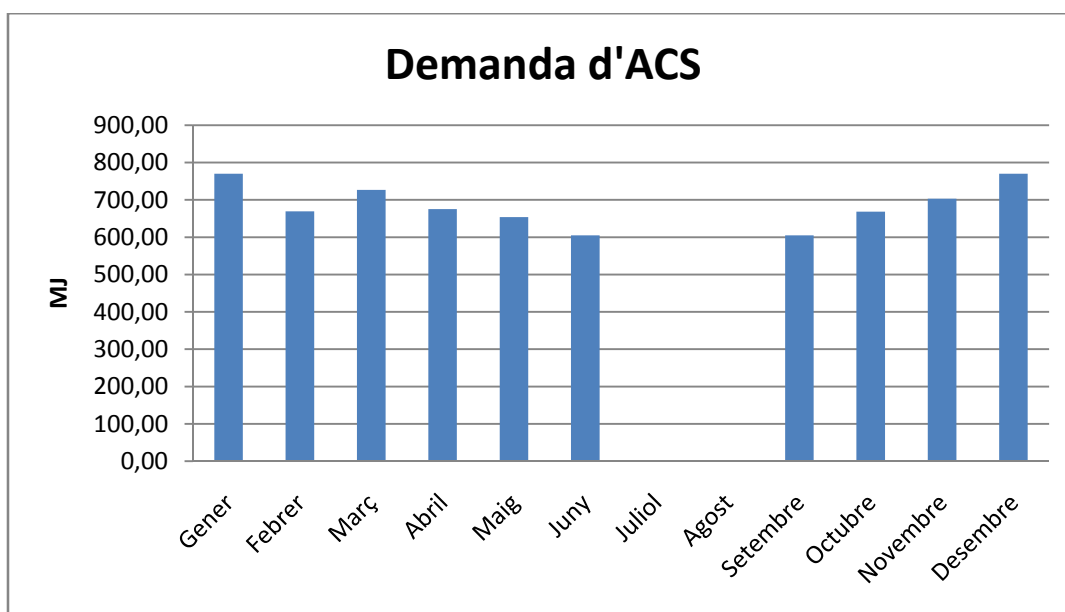


Figura 2.23. Demanda d'ACS en MJ.

Segons es pot observar en la Figura 2.23 on més energia es necessita per a escalfar l'aigua que es requereix es en els mesos de gener, març i desembre. La demanda en els mesos de juliol i agost és 0 ja que l'escola roman tancada durant aquesta època.

### 2.3.3. Càlcul de pèrdues per disposició geomètrica dels col·lectors

Depenent de la manera en que estiguin posicionats els col·lectors pot originar pèrdues que redueixen el rendiment de l'instal·lació. Pot haver pèrdues segons l'orientació, la inclinació i per ombres que generen obstacles entorn els col·lectors.



En la secció HE4 del DB HE del CTE limita les pèrdues per orientació, inclinació i ombres segons com es mostra a la Taula 2.66.

Caso	Orientación e inclinación	Sombras	Total
General	10 %	10 %	15 %
<i>Superposición de captadores</i>	20 %	15 %	30 %
<i>Integración arquitectónica de captadores</i>	40 %	20 %	50 %

Taula 2.66. Pèrdues límit en els col·lectors

En aquesta taula es consideren tres casos: General, superposició de captadors i integració arquitectònica.

Es considera que existeix integració arquitectònica quan els mòduls compleixen una doble funció energètica i arquitectònica, a més de substituir elements constructius convencionals. Es parla de superposició quan la col·locació dels col·lectors es realitza paral·lela a l'evolvent de l'edifici.

Les pèrdues es calcularan en funció de:

- Angle d'inclinació ( $\beta$ ). És l'angle que forma la superfície dels col·lectors amb el pla horitzontal. El seu valor és 0 per a mòduls horitzontals i 90 per a verticals.
- Angle d'azimut ( $\alpha$ ), definit com l'angle entre la projecció sobre el pla horitzontal de la normal a la superfície del col·lector i el meridià del lloc.

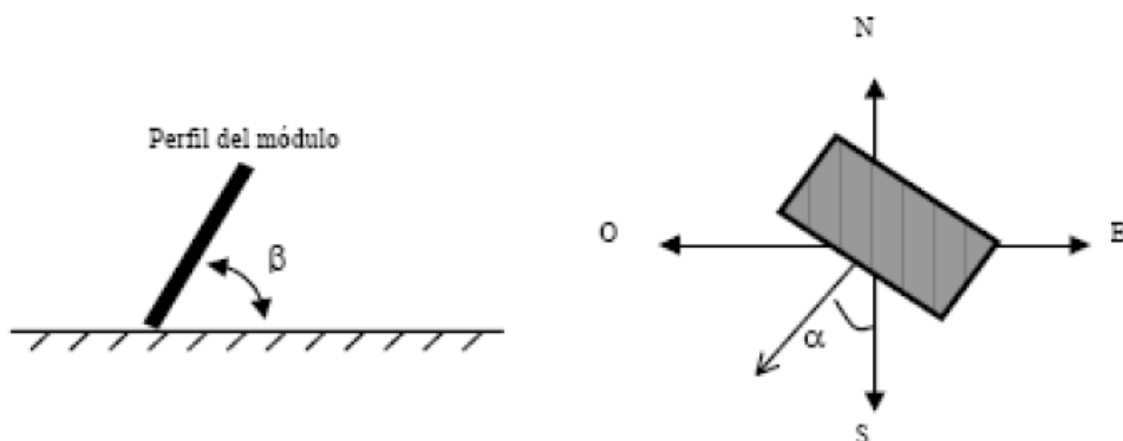


Figura 2.24. Angle d'inclinació i angle d'azimut.

En el apartat 3.3.2 del HE4 del DB HE s'explica el següent procediment per el càlcul dels límits d'inclinació acceptables d'acord a les pèrdues màximes. S'utilitzarà la Figura 2.25 vàlida per una latitud ( $\phi$ ) de 41°.





En aquest projecte, l'edifici ubicat en la localitat de Torrebesses disposa d'una latitud de  $41^{\circ} 25' N$ , d'aquesta manera el càlcul dels límits d'inclinació serà realitzable per el procediment del CTE.

L'inclinació de la coberta de l'edifici és de  $20^{\circ}$ , els col·lectors tindran aquesta mateixa inclinació al ser instal·lats a sobre la coberta i al prescindir de suports que alterin la seva inclinació  $\beta=20^{\circ}$ . Per l'obtenció de l'azimut del projecte es considera la orientació més al Sud com sigui possible com a la optima, en el cas del projecte són  $20^{\circ} SO$ .

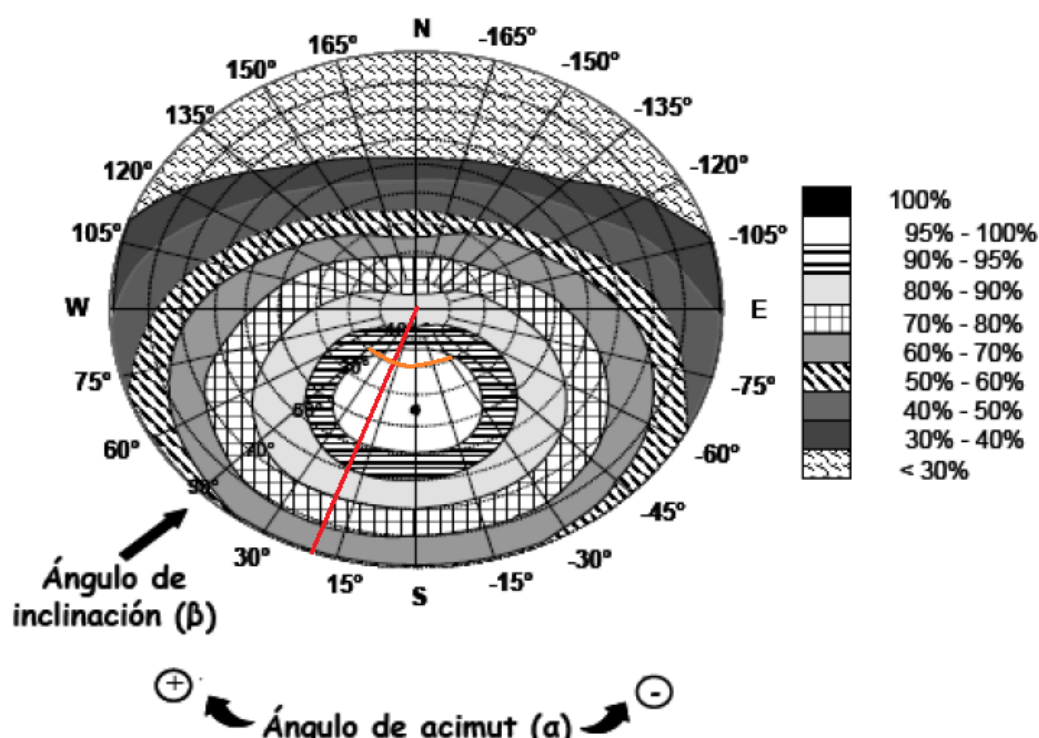


Figura 2.25. Percentatge d'energia respecte al màxim com a conseqüència de pèrdues per orientació i inclinació.

Amb la Figura 2.25 es pot justificar que la intersecció entre la línia que traça l'azimut i l'inclinació dels col·lectors del present projecte cau en la zona entre el 95% i el 100%. Es pot determinar que les pèrdues màximes seran del 5%.

Com a procediment de verificació es poden calcular numèricament les pèrdues segons les següents equacions que determina el CTE.

$$\begin{aligned} \text{Pèrdues (\%)} &= 100 \cdot \left[ 1,2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \phi + 10)^2 + 3,5 \cdot 10^{-5} \alpha^2 \right] && \text{para } 15^{\circ} < \beta < 90^{\circ} \\ \text{Pèrdues (\%)} &= 100 \cdot \left[ 1,2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \phi + 10)^2 \right] && \text{para } \beta \leq 15^{\circ} \end{aligned}$$

Nota:  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\phi$  se expresan en grados sexagesimales, siendo  $\phi$  la latitud del lugar.

Equació 2.43



S'ha escollit la primera equació al estar disposat entre 15° i 90° l'angle d'inclinació.

$$Pèrdues (\%) = 100 \cdot [1,2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \varphi + 10)^2 + 3,5 \cdot 10^{-5} + \alpha^2] = 2,987\%$$

En el cas de pèrdues per ombres es pot dir que seran mínimes o inexistents al ser un edifici aïllat i tenir poca vegetació al voltant de l'edifici.

### 2.3.4. Energia solar disponible

Per poder saber la quantitat d'energia provinent de la radiació solar que esta disponible en la situació geogràfica de l'edifici avaluat en el present projecte, s'ha consultat a les bases estadístiques del ICAEN, en concret a l'Atlas de radiació solar.

La Taula 2.67 mostra la radiació diària sobre superfícies inclinades (MJ/m²/dia) en la estació Lleida - Raimat. Al no estar disponible la taula per a una orientació de 20° s'ha pres com a bona la taula amb una orientació de 30°. La inclinació seleccionada ha set de 20° tal i com s'ha definit als apartats anteriors.

Orientació: 30°													
Inclinació	Gen	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Des	Anual
0°	4,92	8,28	13,22	18,64	22,92	24,94	24,13	20,65	15,54	10,14	5,90	3,99	14,47
5°	5,34	8,87	13,90	19,21	23,23	25,11	24,37	21,10	16,21	10,79	6,38	4,34	14,93
10°	5,74	9,42	14,50	19,67	23,41	25,13	24,46	21,50	16,78	11,39	6,84	4,67	15,32
15°	6,11	9,91	15,04	20,02	23,52	25,04	24,47	21,77	17,25	11,91	7,26	4,98	15,63
20°	6,45	10,34	15,50	20,25	23,48	24,85	24,35	21,90	17,65	12,37	7,64	5,26	15,86
25°	6,75	10,72	15,86	20,40	23,30	24,51	24,08	21,91	17,96	12,75	7,98	5,51	16,00
30°	7,01	11,03	16,13	20,44	23,04	24,04	23,71	21,85	18,15	13,06	8,27	5,73	16,06
35°	7,23	11,27	16,30	20,36	22,67	23,51	23,25	21,66	18,23	13,29	8,51	5,92	16,04
40°	7,41	11,45	16,37	20,16	22,16	22,83	22,64	21,33	18,21	13,44	8,71	6,07	15,92
45°	7,55	11,56	16,34	19,83	21,52	22,01	21,90	20,87	18,07	13,51	8,85	6,19	15,70
50°	7,64	11,61	16,22	19,40	20,79	21,12	21,08	20,32	17,82	13,50	8,93	6,27	15,41
55°	7,69	11,58	16,02	18,91	19,99	20,17	20,19	19,70	17,52	13,41	8,97	6,32	15,05
60°	7,69	11,49	15,73	18,30	19,08	19,10	19,19	18,96	17,10	13,25	8,95	6,32	14,61
65°	7,64	11,33	15,34	17,59	18,06	17,92	18,08	18,11	16,58	13,01	8,88	6,30	14,08
70°	7,55	11,11	14,87	16,78	16,97	16,74	16,93	17,15	15,97	12,70	8,76	6,23	13,49
75°	7,42	10,82	14,30	15,87	15,88	15,51	15,76	16,17	15,26	12,31	8,58	6,13	12,84
80°	7,24	10,46	13,65	14,96	14,70	14,20	14,50	15,13	14,46	11,84	8,36	5,99	12,13
85°	7,02	10,05	12,92	13,97	13,44	12,93	13,22	14,01	13,64	11,31	8,09	5,82	11,37
90°	6,76	9,58	12,16	12,90	12,26	11,66	11,99	12,83	12,75	10,71	7,77	5,61	10,58

Taula 2.67. Radiació diària sobre superfícies inclinades. Estació Lleida-Raimat. Font:ICAEN



Mes	$N_{mes}$	Radiació per dia [ $H_{inc,dia}$ ] (MJ/m <sup>2</sup> /dia)	Radiació per mes [ $H_{inc,mes}$ ] (MJ/m <sup>2</sup> /mes)
Gener	31	6,45	199,95
Febrer	28	10,34	289,52
Març	31	15,5	480,5
Abril	30	20,25	607,5
Maig	31	23,48	727,88
Juny	30	24,85	745,5
Juliol	31	24,35	754,85
Agost	31	21,9	678,9
Setembre	30	17,65	529,5
Octubre	31	12,37	383,47
Novembre	30	7,64	229,2
Desembre	31	5,26	163,06

Taula 2.68. Radiació sobre superfície inclinada.

La radiació calculada és la quantitat d'energia radiant diària que incideix sobre un metre quadrat de superfície inclinada en un dia mig de cada mes. A partir del càlcul de la radiació sobre una superfície inclinada es procedirà a calcular la irradiància solar mitjana a partir de la Equació 2.44.

$$I_s = \frac{H_{inc,dia} \cdot N_{mes}}{N_{sol}}$$

Equació 2.44

Nota: La solució es donarà amb W/m<sup>2</sup>, però les unitats de l'expressió anterior tal i com s'han formulat els factors que la componen és MJ/m<sup>2</sup>. Per a poder transformar les unitats, la Equació 2.44 se li haurà de aplicar un procés de conversió d'unitats multiplicant-la per:

$$1 \text{ h} / 3600 \text{ s} \cdot 10^6 \text{ J} / 1 \text{ MJ}$$

Mes	$I_s$ (W/m <sup>2</sup> )	Mes	$I_s$ (W/m <sup>2</sup> )
Gener	473,95	Juliol	576,44
Febrer	457,44	Agost	574,62
Març	570,39	Setembre	558,13
Abril	683,75	Octubre	527,32
Maig	700,97	Novembre	451,34
Juny	624,10	Desembre	403,05

Taula 2.69. Irradiància en cada mes de l'any.



### 2.3.5. Selecció del col·lector solar

Per l'elecció del col·lector solar s'han considerat diversos factors característics per a poder seleccionar el més adient tant per prestacions com per compliment de la normativa vigent. Els factors han set els següents:

- Cost
- Rendiment
- Àrea del col·lector

Segons el CTE la contribució solar no ha de ser superior al 110% en cap dels mesos durant l'any, i tampoc el 100% durant més de tres mesos seguits. A més, com s'ha justificat anteriorment, l'aportació d'energia solar mínima anual de ACS ha de ser com a mínim del 50%.

Segons el ITE 10.1.3.2 del RITE, l'àrea total dels col·lectors tindrà un valor tal que s'haurà de complir la següent condició (Equació 2.45):

$$1,25 \leq 100 \cdot \frac{A_c}{M} \leq 2$$

Equació 2.45

On:

$A_c$  és la suma de les àrees dels col·lectors, expressat en  $m^2$ .

$M$  és el consum diari dels mesos de estiu, expressat en L/dia.

Per a limitar els col·lectors que es poden elegir, s'ha determinat en funció de l'expressió anterior l'àrea màxima i mínima que pot assolir el col·lector per a que compleixi amb el RITE.

- Àrea mínima:  $1,4 m^2$
- Àrea màxima:  $2,24 m^2$

Per el càlcul del rendiment dels diferents col·lectors estudiats es farà seguin el procediment descrit en la norma UNE EN ISO 9806:2014. Aquest rendiment estarà condicionat en funció de paràmetres que han de ser donats pels fabricants.

Segons l'Equació 2.46 es durà a terme el càlcul del rendiment:

$$\eta_c = \eta_0 - a_1 \cdot \frac{T_m - T_{ambsol}}{I_s} - a_2 \cdot I_s \cdot \left( \frac{T_m - T_{ambsol}}{I_s} \right)^2$$

Equació 2.46



On:

$\eta_0$  és el factor d'eficiència òptica del col·lector, és una dada proporcionada pel fabricant.

$a_1$  és el coeficient global de pèrdues del col·lector, és una dada proporcionada pel fabricant, en  $W/m^2^{\circ}C$ .

$T_m$  és la temperatura mitja del fluid caloportador en el col·lector, en  $^{\circ}C$ .

$T_{ambsol}$  és la temperatura ambient de l'aire exterior en hores diürnes, en  $^{\circ}C$ .

$I_s$  és la irradiació solar mitjana sobre la superfície del col·lector, en  $W/m^2$ .

$a_2$  és el coeficient de pèrdues secundari, és una dada proporcionada pel fabricant, en  $W/m^2^{\circ}C^2$ .

En l'Equació 2.46 la temperatura mitja del fluid caloportador en el col·lector ( $T_m$ ) es podrà calcular amb la expressió següent (Equació 2.47):

$$T_m = T_{in} + \frac{T_{out} - T_{in}}{2}$$

Equació 2.47

On:

$T_{in}$  és la temperatura d'entrada al col·lector, pel càlcul s'utilitzarà la temperatura de la xarxa general d'aigua, en  $^{\circ}C$ .

$T_{out}$  és la temperatura de sortida del col·lector, s'agafarà  $60^{\circ}C$ .

Mes	$T_{in}$ ( $T_{ambsol}$ )	$T_{out}$	$T_{xarxa}$	$T_m$	$I_s$ ( $W/m^2$ )
Gener	7	60	7	33,5	473,95
Febrer	10	60	9	35	457,44
Març	14	60	10	37	570,39
Abril	15	60	12	37,5	683,75
Maig	21	60	15	40,5	700,97
Juny	24	60	17	42	624,10
Juliol	27	60	20	43,5	576,44
Agost	27	60	19	43,5	574,62
Setembre	23	60	17	41,5	558,13
Octubre	18	60	14	39	527,32
Novembre	11	60	10	35,5	451,34
Desembre	8	60	7	34	403,05

Taula 2.70. Dades ambientals pel càlcul del rendiment del col·lector



Totes les temperatures es donen en °C.

Per poder fer una elecció del col·lector solar idoni considerant tots els factors anteriorment esmentats, s'ha basat en un criteri que els englobi en una mateixa variable. Es procedirà a avaluar cada col·lector a partir de la variable  $R_V$  determinada per la següent equació:

$$R_V = \frac{Preu}{P_{util}} = \frac{Preu}{\eta_c \cdot I_s \cdot A_u}$$

**Equació 2.48**

On:

Preu és el preu unitari (sense IVA) del col·lector, en €.

$P_{util}$  és la potència útil del col·lector, en W.

$A_u$  és l'àrea útil del col·lector pla, en m<sup>2</sup>.

Aquesta variable serà un rati preu/potència útil que ens permetrà escollir en funció dels € que costa cada Watt de potència de cada col·lector.

S'han analitzat 9 tipus de captadors solars plans del mercat en catàlegs de diferents fabricants, d'aquests s'ha extret la informació necessària representada en la següent taula:

Col·lector		$A_u$ (m <sup>2</sup> )	Cost (€)	$\eta_0$	$a_1$ (W/m <sup>2</sup> °C)	$a_2$ (W/m <sup>2</sup> °C <sup>2</sup> )
Marca	Model					
Burderus	Logasol SKN 3.0-s	2,23	598	0,755	3,599	0,008
Burderus	Logasol SKE 2.0-s	2,23	526	0,723	5,824	0,007
Burderus	Logasol SKS 4.0-s	2,1	820	0,848	4,021	0,0108
ALPIN	RKM 2301	2,15	465	0,757	3,501	0,0172
ALPIN	RKM 2001	1,85	399	0,755	3,745	0,015
BAXIROCA	PS 2.4	2,4	780	0,789	3,606	0,012
BAXIROCA	AR 20	2,00	1700	0,83	1,53	0,014
BAXIROCA	Sol 200	1,89	566	0,794	3,706	0,0137
BAXIROCA	Sol 250	2,37	727,00	0,814	3,639	0,0089

**Taula 2.71. Característiques dels col·lectors seleccionats.**

A partir de les dades obtingudes pels fabricants s'han elaborat les equacions del rendiment de cada un dels col·lectors solars plans obtenint així la Taula 2.72:



Col·lector		Equació de rendiment
Marca	Model	
Burderus	Logasol SKN 3.0-s	$\eta = 0,755 - 3,599 \frac{T_m - T_{\text{ambsol}}}{I_s} - 0,008 \frac{(T_m - T_{\text{ambsol}})^2}{I_s}$
Burderus	Logasol SKE 2.0-s	$\eta = 0,723 - 5,824 \frac{T_m - T_{\text{ambsol}}}{I_s} - 0,007 \frac{(T_m - T_{\text{ambsol}})^2}{I_s}$
Burderus	Logasol SKS 4.0-s	$\eta = 0,848 - 4,021 \frac{T_m - T_{\text{ambsol}}}{I_s} - 0,0108 \frac{(T_m - T_{\text{ambsol}})^2}{I_s}$
ALPIN	RKM 2301	$\eta = 0,757 - 4,155 \frac{T_m - T_{\text{ambsol}}}{I_s} - 0,0172 \frac{(T_m - T_{\text{ambsol}})^2}{I_s}$
ALPIN	RKM 2001	$\eta = 0,755 - 3,501 \frac{T_m - T_{\text{ambsol}}}{I_s} - 0,015 \frac{(T_m - T_{\text{ambsol}})^2}{I_s}$
BAXIROCA	PS 2.4	$\eta = 0,789 - 3,606 \frac{T_m - T_{\text{ambsol}}}{I_s} - 0,012 \frac{(T_m - T_{\text{ambsol}})^2}{I_s}$
BAXIROCA	AR 20	$\eta = 0,83 - 1,53 \frac{T_m - T_{\text{ambsol}}}{I_s} - 0,014 \frac{(T_m - T_{\text{ambsol}})^2}{I_s}$
BAXIROCA	Sol 200	$\eta = 0,794 - 3,706 \frac{T_m - T_{\text{ambsol}}}{I_s} - 0,0137 \frac{(T_m - T_{\text{ambsol}})^2}{I_s}$
BAXIROCA	Sol 250	$\eta = 0,814 - 3,639 \frac{T_m - T_{\text{ambsol}}}{I_s} - 0,0089 \frac{(T_m - T_{\text{ambsol}})^2}{I_s}$

Taula 2.72. Equació de rendiment de cada col·lector.



### 2.3.5.1. Resultats de la comparativa

Burderus Logasol SKN 3.0-s		
Mes	$\eta_c$ (%)	$R_v$ (€/W)
Gener	54,19	1,04
Febrer	54,74	1,07
Març	60,25	0,78
Abril	63,06	0,62
Maig	65,05	0,59
Juny	64,70	0,66
Juliol	64,82	0,72
Agost	64,79	0,72
Setembre	63,08	0,76
Octubre	60,50	0,84
Novembre	54,90	1,08
Desembre	50,94	1,31
Mitjana	60,09	0,85

Taula 2.73. Resultats del rendiment i rati pel col·lector Burderus Logasol SKN 3.0-s.

Burderus Logasol SKE 2.0-s		
Mes	$\eta_c$ (%)	$R_v$ (€/W)
Gener	38,70	1,29
Febrer	39,51	1,30
Març	48,17	0,86
Abril	52,62	0,66
Maig	55,72	0,60
Juny	55,14	0,69
Juliol	55,30	0,74
Agost	55,24	0,74
Setembre	52,57	0,80
Octubre	48,52	0,92
Novembre	39,76	1,31
Desembre	33,56	1,74
Mitjana	47,90	0,97

Taula 2.74. Resultats del rendiment i rati pel col·lector Burderus Logasol SKE 2.0-s.





Burderus Logasol SKS 4.0-s		
Mes	$\eta_c$ (%)	$R_v$ (€/W)
Gener	60,72	1,36
Febrer	61,35	1,39
Març	67,58	1,01
Abril	70,77	0,81
Maig	73,03	0,76
Juny	72,64	0,86
Juliol	72,78	0,93
Agost	72,74	0,93
Setembre	70,81	0,99
Octubre	67,88	1,09
Novembre	61,54	1,41
Desembre	57,05	1,70
Mitjana	67,41	1,10

Taula 2.75. Resultats del rendiment i rati pel col·lector Burderus Logasol SKS 4.0-s.

ALPIN RKM 2301		
Mes	$\eta_c$ (%)	$R_v$ (€/W)
Gener	53,58	0,85
Febrer	54,22	0,87
Març	59,99	0,63
Abril	62,91	0,50
Maig	65,03	0,47
Juny	64,71	0,54
Juliol	64,87	0,58
Agost	64,83	0,58
Setembre	63,04	0,61
Octubre	60,32	0,68
Novembre	54,41	0,88
Desembre	50,23	1,07
Mitjana	59,84	0,69

Taula 2.76. Resultats del rendiment i rati pel col·lector ALPIN RKM 2301.



ALPIN RKM 2001		
Mes	$\eta_c$ (%)	$R_v$ (€/W)
Gener	52,34	0,87
Febrer	52,98	0,89
Març	59,01	0,64
Abril	62,07	0,51
Maig	64,27	0,48
Juny	63,92	0,54
Juliol	64,07	0,58
Agost	64,04	0,59
Setembre	62,17	0,62
Octubre	59,33	0,69
Novembre	53,18	0,90
Desembre	48,83	1,10
Mitjana	58,85	0,70

Taula 2.77. Resultats del rendiment i rati pel col·lector ALPIN RKM 2001.

BAXIROCA PS 2.4		
Mes	$\eta_c$ (%)	$R_v$ (€/W)
Gener	56,96	1,20
Febrer	57,55	1,23
Març	63,25	0,90
Abril	66,15	0,72
Maig	68,22	0,68
Juny	67,88	0,77
Juliol	68,01	0,83
Agost	67,98	0,83
Setembre	66,21	0,88
Octubre	63,54	0,97
Novembre	57,73	1,25
Desembre	53,63	1,50
Mitjana	63,09	0,98

Taula 2.78. Resultats del rendiment i rati pel col·lector BAXIROCA PS 2.4.



BAXIROCA AR 20		
Mes	$\eta_c$ (%)	$R_v$ (€/W)
Gener	72,37	2,48
Febrer	72,73	2,56
Març	75,53	1,97
Abril	76,93	1,62
Maig	77,98	1,55
Juny	77,86	1,75
Juliol	77,96	1,89
Agost	77,94	1,90
Setembre	77,07	1,98
Octubre	75,74	2,13
Novembre	72,83	2,59
Desembre	70,78	2,98
Mitjana	75,48	2,12

Taula 2.79. Resultats del rendiment i rati pel col·lector BAXIROCA AR 20.

BAXIROCA Sol 200		
Mes	$\eta_c$ (%)	$R_v$ (€/W)
Gener	56,65	1,12
Febrer	57,27	1,14
Març	63,19	0,83
Abril	66,19	0,66
Maig	68,35	0,63
Juny	68,00	0,71
Juliol	68,14	0,76
Agost	68,11	0,77
Setembre	66,28	0,81
Octubre	63,50	0,89
Novembre	57,46	1,15
Desembre	53,20	1,40
Mitjana	63,03	0,91

Taula 2.80. Resultats del rendiment i rati pel col·lector BAXIROCA Sol 200.



BAXIROCA Sol 250		
Mes	$\eta_c$ (%)	$R_v$ (€/W)
Gener	59,73	1,08
Febrer	60,30	1,11
Març	65,90	0,82
Abril	68,77	0,65
Maig	70,79	0,62
Juny	70,44	0,70
Juliol	70,56	0,75
Agost	70,53	0,76
Setembre	68,79	0,80
Octubre	66,16	0,88
Novembre	60,46	1,12
Desembre	56,43	1,35
Mitjana	65,74	0,89

Taula 2.81. Resultats del rendiment i rati pel col·lector BAXIROCA Sol 250.

S'han representat els valors en gràfics (Figura 2.26 i Figura 2.27) per a una millor comparació dels diferents col·lectors solars plans i poder fer més fàcilment una elecció del més òptim.

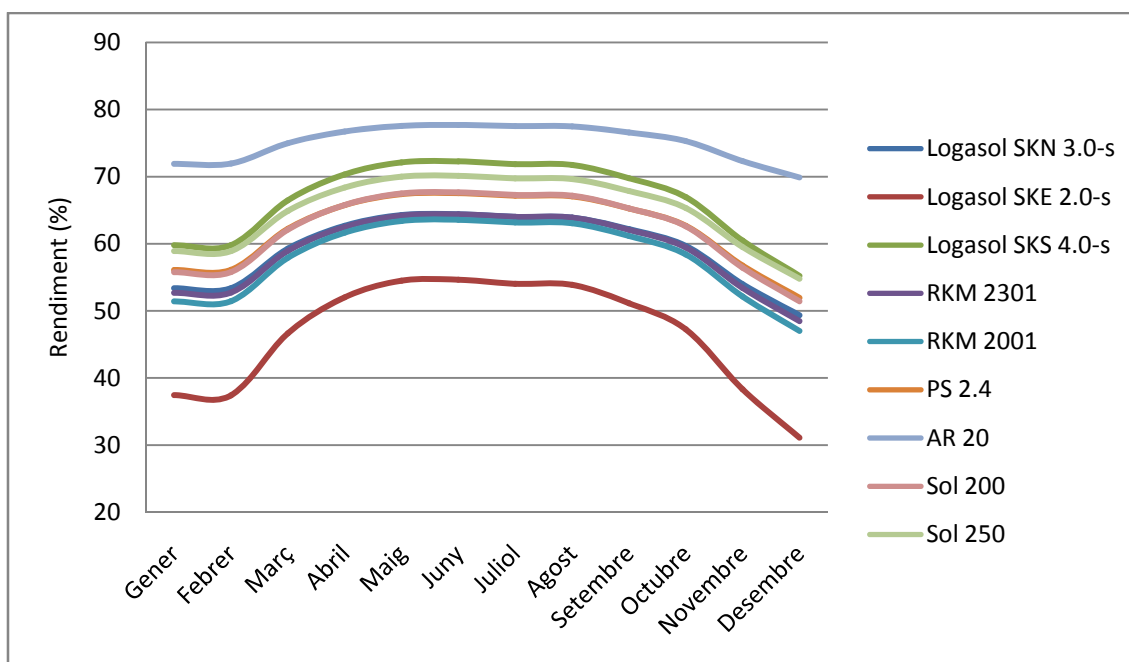


Figura 2.26. Corbes de rendiment de cada col·lector durant l'any.

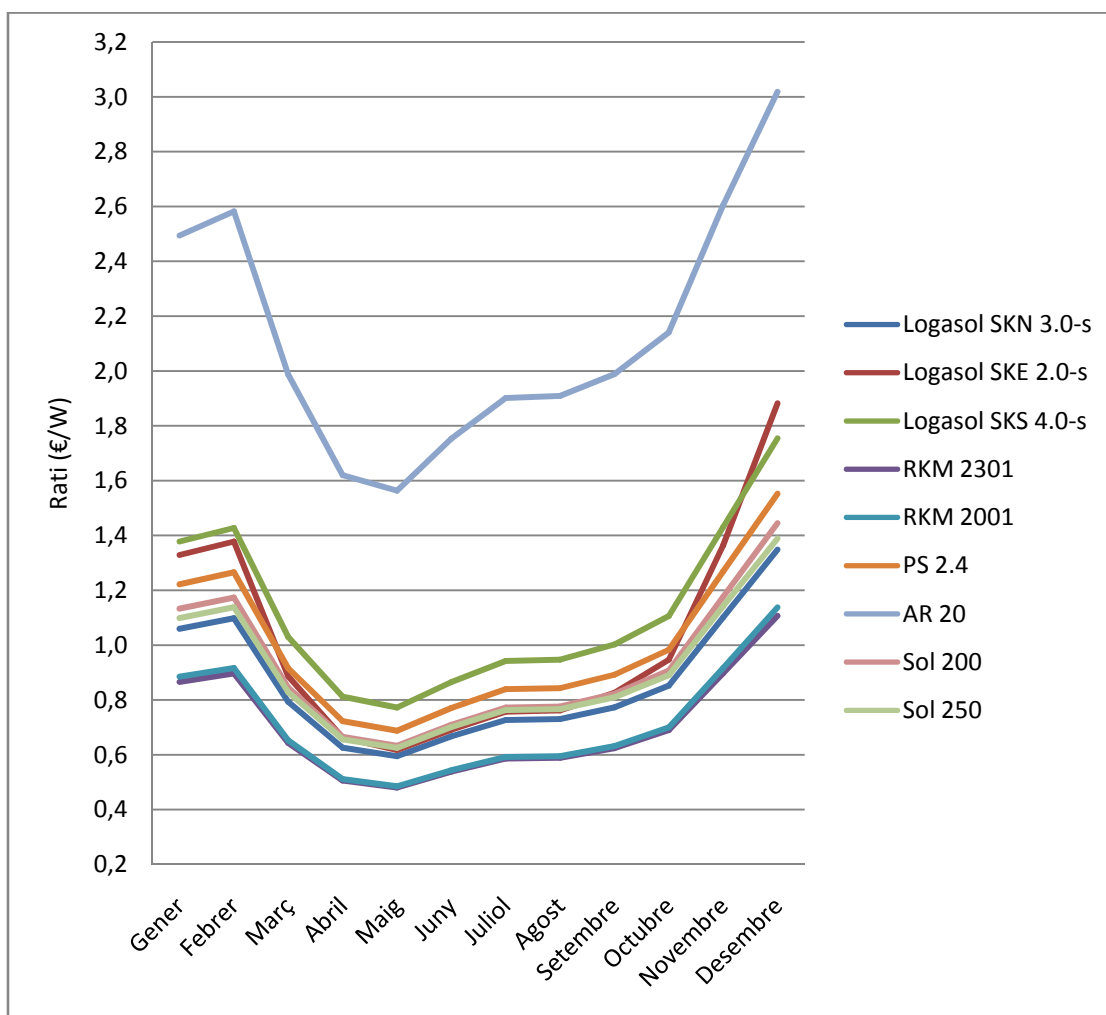


Figura 2.27. Rati de cada col·lector durant l'any.

En la figura referent al rendiment, s'observa que en tots els casos el rendiment del col·lector augmenta en els mesos de calor, on el que més estabilitat presenta al llarg de l'any i a més presenta un major rendiment és el col·lector BAXIROCA AR 20. Però la base per escollir el col·lector solar pel present projecte serà la Figura 2.27 on ens indica el rati de preu/potència de cada col·lector. Es pot veure que pel alt cost econòmic del col·lector AR 20 es desmarca de tots els altres descartant així la seva elecció. Entre els altres col·lectors, els que tenen un rati inferior són els ALPIN (RKM 2301 i RKM 2001) on pràcticament les respectives gràfiques es superposen. Per a poder fer una tria del més adequat, s'ha elaborat la Taula 2.82 on es comparen els rendiments i ratis mitjans al llarg de l'any d'ambdós col·lectors, dades extretes de les taules resum anteriors.

	Rendiment (%)	Rati (€/W)
ALPIN RKM 2001	58,85	0,70
ALPIN RKM 2301	59,84	0,69

Taula 2.82. Comparació entre col·lectors RKM.



A partir de la comparació, s'ha determinat que el col·lector més idoni per el projecte serà el ALPIN RKM 2301 al tenir un rendiment sensiblement més elevat i el rati menor.

### 2.3.6. Compliment de les condicions de fracció solar

Per a la comprovació de les condicions que estipula el RITE, en quant a la fracció solar, s'ha utilitzat el procediment de càlcul de les corbes  $f$ (F-CHART) descrit a l'apartat "Métodos de cálculo" de l'IDAE. Aquest sistema permet realitzar el càlcul de la cobertura d'un sistema solar, és a dir, la contribució a les necessitats tèrmiques de la demanda d'ACS. La seva aplicació sistemàtica identifica les variables adimensionals del sistema d'escalfament solar i a partir de l'ordinador utilitzar la simulació per a dimensionar les correlacions entre aquestes variables i el rendiment mig del sistema per a un període dilatat de temps.

L'equació que s'utilitza per aquest mètode esta descrita en l'Equació 2.49:

$$f_s = 1,029 D_1 - 0,065 D_2 - 0,245 D_1^2 + 0,0018 D_2^2 + 0,0215 D_1^3$$

Equació 2.49

El primer pas a seguir per a la resolució és valorar les càrregues calorífiques per a l'escalfament d'aigua destinada a la producció d'ACS. Aquest pas s'ha dut a terme en l'apartat "Càlcul de l'energia per ACS".

Mes	Dies/mes	Demanda (J/mes)	Demanda (MJ/mes)
Gener	31	770290976	770,29
Febrer	28	669492096	669,49
Març	31	726689600	726,69
Abril	30	675118080	675,12
Maig	31	654020640	654,02
Juny	30	604793280	604,79
Juliol	31	0	0
Agost	31	0	0
Setembre	30	604793280	604,79
Octubre	31	668554432	668,55
Novembre	30	703248000	703,25
Desembre	31	770290976	770,29
<b>TOTAL</b>		<b>6847291360</b>	<b>6847,29</b>

Taula 2.83. Demanda energètica mensual per ACS.



El paràmetre  $D_1$  expressa la relació entre l'energia absorbida per la placa del captador pla ( $E_a$ ) i la càrrega calorífica total d'escalfament durant un mes.

$$D_1 = E_a / DEM_{ACS}$$

Equació 2.50

L'energia absorbida pel captador ve donada per l'Equació 2.51.

$$E_a = A_u \cdot F'_t(\tau\alpha)_n [(\tau\alpha)/(\tau\alpha)_n] (F'_r/F_r) \cdot H_{inc,dia} \cdot N_{mes}$$

Equació 2.51

On:

$A_u$  és l'àrea del captador solar, en  $m^2$ .

$F'_t(\tau\alpha)_n$  és el factor d'eficiència òptica, descrit en els apartats anteriors pel símbol  $\eta_0$ .

$(\tau\alpha)/(\tau\alpha)_n$  és una modificació de l'angle d'incidència. En general es pren com a constant: 0,96 (superfície transparent senzilla).

$(F'_r/F_r)$  és el factor de correlació del conjunt captador-intercanviador. Es prendrà com a valor constant 0,95 ja que és el que recomana l'IDAE.

$H_{inc,dia}$  és la radiació diària sobre una superfície inclinada per unitat d'àrea, en  $MJ/m^2$ .

$N_{mes}$  és el nombre de dies de cada mes de l'any.

En la Taula 2.84 es mostren les dades constants pel càlcul i les dades proporcionades pel fabricant i en la Taula 2.85 els resultats obtinguts per l'energia absorbida del col·lector en cada mes.

Constant	Valor
$A_u$	2,15
$\eta_0$	0,757
$(\tau\alpha)/(\tau\alpha)_n$	0,96
$(F'_r/F_r)$	0,95
$a_1$	3,501
$T_{min,ACS}$	45

Taula 2.84. Constants i dades pel càlcul



Mes	$E_a$
Gener	296,79
Febrer	429,74
Març	713,22
Abril	901,73
Maig	1080,41
Juny	1106,56
Juliol	1120,44
Agost	1007,71
Setembre	785,95
Octubre	569,19
Novembre	340,21
Desembre	242,03

Taula 2.85. Energia absorbida pel col·lector (MJ).

El paràmetre  $D_2$  expressa la relació entre les pèrdues d'energia del captador ( $E_p$ ) per una determinada temperatura i la càrrega calorífica d'escalfament durant un mes.

$$D_2 = E_p / DEM_{ACS}$$

Equació 2.52

L'energia perduda pel captador ve donada per l'Equació 2.53:

$$E_p = A_u \cdot F_r U_L (F'_r / F_r) \cdot (100 - T_{amb,sol}) \cdot \Delta t \cdot K_1 \cdot K_2$$

Equació 2.53

On:

$F_r U_L$  és el pendent de la corba característica del captador (coeficient global de pèrdues del captador), aquesta dada la dona el fabricant com a  $a_1$ , en ( $W/m^2 \cdot ^\circ C$ ).

$T_{amb,sol}$  és la temperatura mitja mensual d'ambient durant les hores diürnes.

$\Delta t$  és el període de temps en un mes, en segons.

$K_1$  és el factor de correcció per emmagatzemament, que s'obté a partir de l'Equació 2.54.

$$K_1 = [kg \text{ acumulació} / (75 \cdot A_u)]^{-0,25}$$

Equació 2.54

$$37,5 < (kg \text{ acumulació}) / (m^2 \text{ captació}) < 300$$





$K_2$  és el factor de correcció, per ACS, que relaciona la temperatura mínima d'ACS, l'aigua de la xarxa i la mitjana mensual ambient, donada per la següent expressió:

$$K_2 = (11,6 + 1,18T_{min,ACS} + 3,86T_{xarxa} - 2,32T_{ambsol}) / (100 - T_{ambsol})$$

Equació 2.55

On:

$T_{min,ACS}$  és la temperatura mínima admissible de l'aigua per a ACS. Suposarem 45°C.

Pel càlcul de la  $K_1$  es necessita el volum d'acumulació del dipòsit d'ACS, però encara no s'ha definit, d'aquesta manera es suposarà un valor que compleixi amb el CTE.

Segons la secció HE 4 del DB del CTE, el sistema d'acumulació solar ha de complir que:

$$50 < \frac{V}{A_c} < 180$$

Equació 2.56

"V" representa el volum del dipòsit solar en litres i " $A_c$ " l'àrea del/dels captadors en m<sup>2</sup>. Es suposarà un volum de 115 L.

S'ha suposat un dipòsit petit en motiu a que l'instal·lació ha estat sobredimensionada amb persones, per aquesta raó s'ha tendit a fer un dipòsit amb aquesta capacitat.

La Taula 2.86 mostra l'energia perduda pel col·lector en cada mes de l'any:

Mes	$E_p$
Gener	1573,12
Febrer	1435,19
Març	1476
Abril	1537,30
Maig	1539,77
Juny	1505,43
Juliol	1651,90
Agost	1571,45
Setembre	1552,23
Octubre	1604,38
Novembre	1568,76
Desembre	1524,77

Taula 2.86. Energia perduda pel col·lector en cada mes de l'any (MJ).

Un cop calculats els termes d'energia absorbida i perduda, s'utilitza l'Equació 2.49) per a calcular la fracció de càrrega calorífica mensual aportada pel sistema d'energia solar ( $f$ ).



D'aquesta forma, l'energia útil captada cada mes ( $Q_u$ ) té el valor segons l'expressió següent:

$$Q_u = f_s \cdot DEM_{ACS}$$

Equació 2.57

Pel mateix procés operatiu que el desenvolupat per un mes, s'operarà per tots els mesos de l'any. La relació entre la suma de les cobertures mensuals i la suma de les necessitats mensuals de calor, determinarà la cobertura anual del sistema ( $f_{anual}$ ):

$$f_{anual} = \frac{\sum_{u=1}^{u=12} Q_u}{\sum_{u=1}^{u=12} DEM_{ACS}}$$

Equació 2.58

Taula resultats

Mes	D <sub>1</sub>	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	D <sub>2</sub>	f	Q <sub>u</sub> (MJ)
Gener	0,39	1,09	0,81	2,04	0,24	181,86
Febrer	0,64	1,09	0,85	2,14	0,43	290,68
Març	0,98	1,09	0,82	2,03	0,67	486,63
Abril	1,34	1,09	0,90	2,28	0,85	573,76
Maig	1,65	1,09	0,94	2,35	0,99	644,30
Juny	1,83	1,09	0,98	2,49	1,04	631,15
Setembre	1,30	1,09	1,00	2,57	0,82	493,32
Octubre	0,85	1,09	0,94	2,40	0,57	378,49
Novembre	0,48	1,09	0,87	2,23	0,31	215,79
Desembre	0,31	1,09	0,80	1,98	0,18	137,26

Taula 2.87. Resultats a partir del mètode F-Chart.

$$f_{anual} = 58,9\%$$

La Taula 2.87 mostra els resultats obtinguts pel mètode anteriorment descrit, es donen els valors de D<sub>1</sub>, K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub>, D<sub>2</sub>, f i Q<sub>u</sub> per a cada mes de l'any. Aquest càlcul serveix per a determinar les cobertures mensuals i anuals i justificar el compliment del DB HE4 del CTE i RITE.

- Condició 1: Segons la zona climàtica en que es troba la localitat de Torrebesses i la demanda total d'ACS de l'edifici, s'ha establert que l'aportació solar mínima ha de ser d'un 50%.

La cobertura anual del sistema és del 58,9%, complint així amb aquesta primera condició.

- Condició 2: Segons el CTE, la contribució solar no ha de ser superior al 110% en cap dels mesos durant l'any, i tampoc el 100% durant més de tres mesos seguits.



Com es pot observar a la taula, les fraccions mensuals ( $f$ ) supera en un mes el 100% de la demanda calorífica per ACS, exactament en el mes de un 104%, però no sobrepassa el 110%.

No s'han estudiat les fraccions amb més d'un col·lector ja que no compliria amb la limitació de superfície que imposa el ITE 10.1.3.2.

No s'han tingut en compte els mesos de Juliol i Agost en el càlcul final, ja que degut a l'absència de demanda d'ACS no s'ha pogut calcular la fricció solar de cada mes. En aquests mesos l'escola romandrà tancada, per aquest motiu no serà necessària l'energia dels col·lectors per escalfar l'aigua per la producció d'ACS.

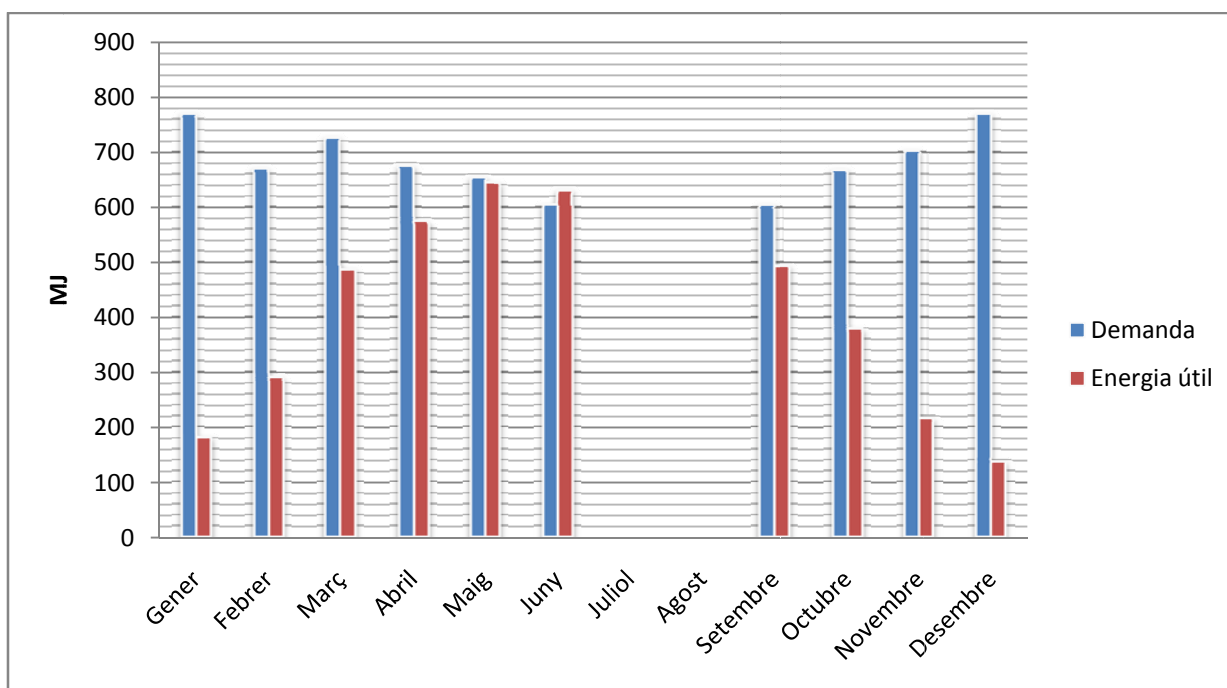


Figura 2.28. Gràfic comparatiu de demanda d'ACS i energia útil captada.

### 2.3.7. Fluid de treball

Com que el col·lector estarà a l'intempèrie, ubicat en la coberta de l'edifici, igual que els conductes que transporten el fluid caloportador, és necessari que hi hagi una protecció contra gelades.

Ja que si aquest fluid caloportador es congela, l'instal·lació d'ACS quedaria aturada i podria sofrir desperfectes.

Segons el DB HE 4 del CTE, el fluid de treball haurà de complir els següents requisits:



1. El fluid portador es seleccionarà d'acord amb les especificacions del fabricant del captador. Poden utilitzar-se com a fluids en el circuit primari aigua de la xarxa, aigua desmineralitzada i aigua amb additius, segons les característiques climatològiques del lloc d'instal·lació i la qualitat de l'aigua. En cas d'utilitzar altres fluids tèrmics s'inclouran en el projecte la seva composició i calor específic.

2. El fluid tindrà un pH a 20°C entre 5 i 9, i un contingut en sals que s'ajustarà als senyalats en els punts següents:

- La salinitat de l'aigua del circuit primari no excedirà de 500 mg/l totals de sals solubles. En el cas de no disposar d'aquest valor es prendrà el de conductivitat com a variable limitant, no sobrepassant els 650  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .
- El contingut en sals de calci no excedirà de 200 mg/l, expressats com a contingut en carbonat càlcic.
- El límit de diòxid de carboni lliure contingut en l'aigua no excedirà de 50 mg/l.

3. Fora d'aquests valors l'aigua haurà de ser tractada.

A més, també s'hauran de complir un seguit de mesures contra les gelades:

1. El fabricant, subministrador final, instal·lador o dissenyador del sistema haurà de fixar la mínima temperatura permesa en el sistema. Totes les parts del sistema que estiguin exposades a l'exterior hauran de poder suportar la temperatura especificada sense danys permanents en el sistema.

2. Qualsevol component que hagi de ser instal·lat a l'interior d'un recinte on la temperatura pugui caure per sota dels 0 °C, haurà d'estar protegit contra les gelades.

3. La instal·lació estarà protegida, amb un producte químic no tòxic el calor específic no serà inferior a 3 kJ/kg K, en 5 °C per sota del mínim històric registrat a fi de no produir danys en el circuit primari de captadors per gelades. Addicionalment aquest producte químic mantindrà totes les seves propietats físiques i químiques dins dels intervals mínim i màxim de temperatura permesa per tots els components i materials de la instal·lació.

4. Es podrà utilitzar un altre sistema de protecció contra gelades que, aconseguint els mateix nivells de protecció, sigui aprovat per l'Administració competent.

El fluid de treball per a l'instal·lació solar serà una barreja d'aigua de la xarxa general amb propilenglicol que és l'agent químic que garanteix una protecció contra gelades. Com més gran

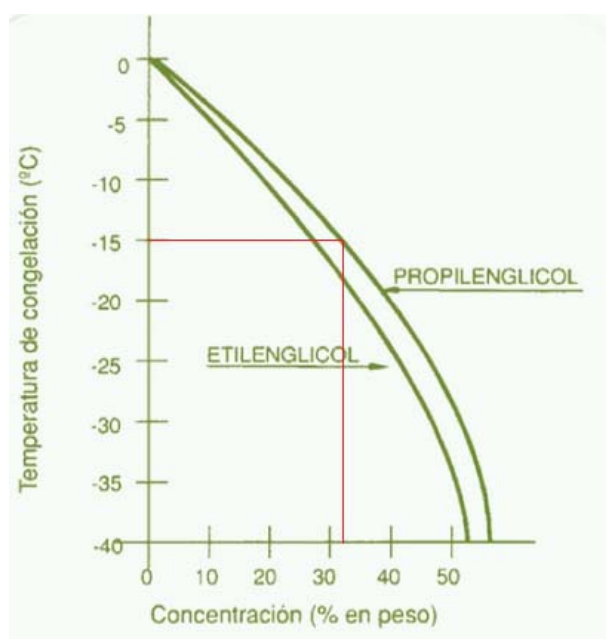


sigui el percentatge de propilenglicol en aigua, major protecció tindrà l'instal·lació, però s'ha de buscar el percentatge adequat en funció de les temperatures mínimes que podria arribar l'ambient.

Segons el IDAE, per a la localitat de Lleida la temperatura mínima històrica registrada és de  $-9,8^{\circ}\text{C}$ , s'agafa Lleida al no haver valors oficials de la localitat de Torrebesses.

Segons el punt 3 de les mesures contra gelades que estipula el CTE, l'instal·lació haurà de suportar temperatures de  $5^{\circ}\text{C}$  per sota la mínima històrica, sent així la  $-14,8^{\circ}\text{C}$ .

La proporció de propilenglicol s'obté del següent gràfic:



**Figura 2.29. Percentatge de propilenglicol en funció de la temperatura de congelació.**

La concentració en pes de propilenglicol en aigua serà d'aproximadament el 33%. Per a saber el calor específic i la viscositat, s'utilitzaran la Figura 2.30 i la Figura 2.31 respectivament.

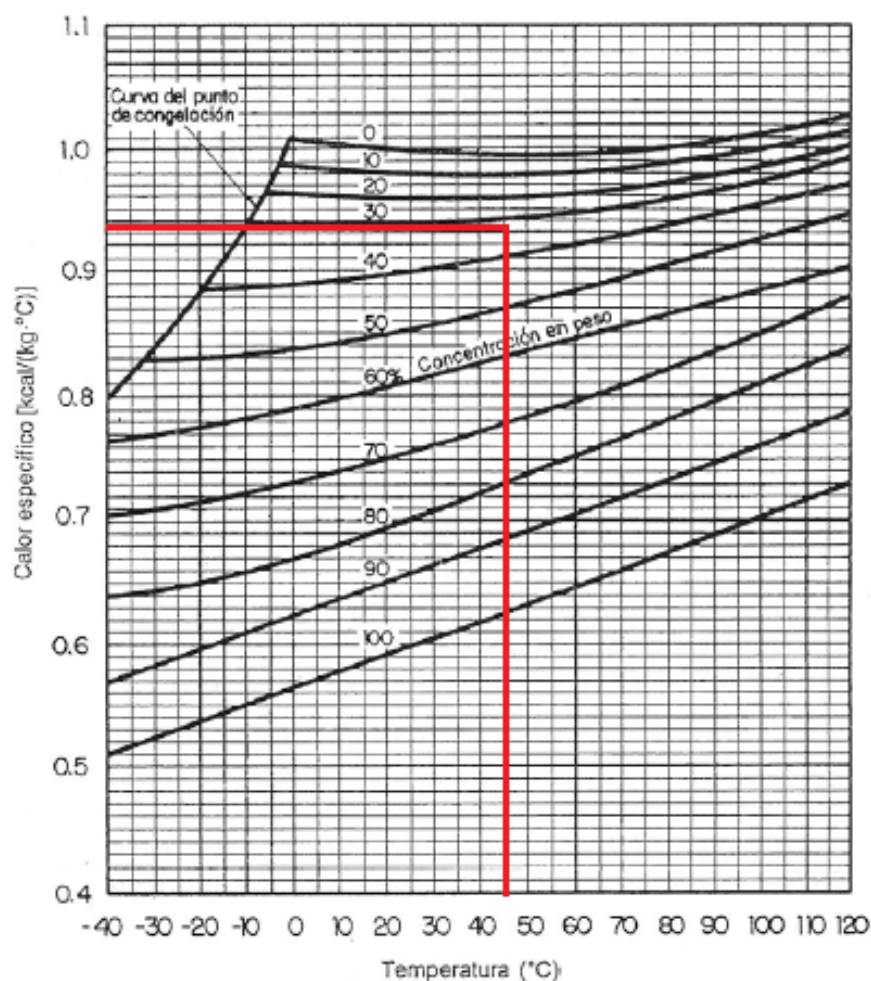


Figura 2.30. Calor específic del propilenglicol en funció de la temperatura i la concentració.

S'ha considerat una temperatura de 45°C, del gràfic anterior s'obté un calor específic de uns 0,94 Kcal/kg·°C. Aquest gràfic no dona el calor específic en unitats del Sistema Internacional, de manera que s'ha procedit a especificar la viscositat en J/Kg·°C.

La transformació d'unitats es farà tenint en compte les següents equivalències d'unitats:

$$1 \text{ Caloria (cal)} = 4,18 \text{ Joules (J)}.$$

$$1 \text{ kcal} = 1000 \text{ cal}$$

En resum, el calor específic en unitats del SI és 3929 J/ Kg·°C.

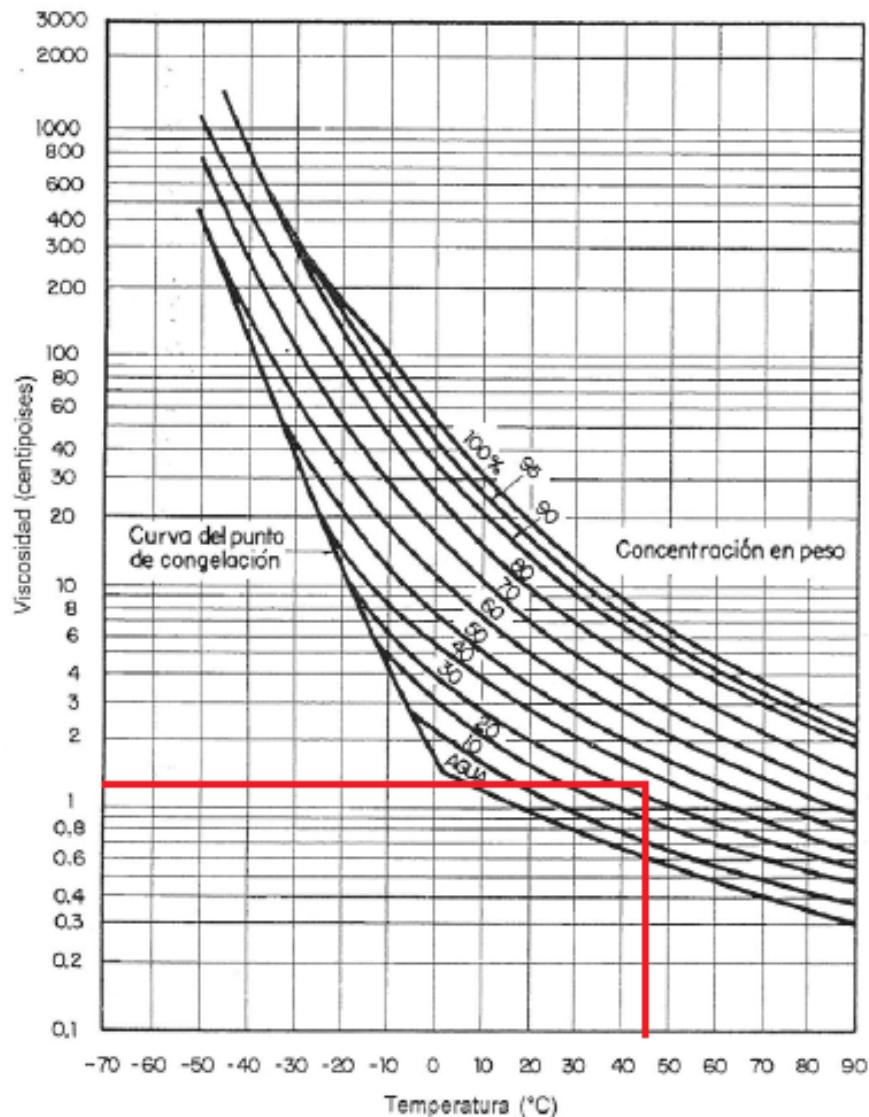


Figura 2.31. Viscositat en funció de la concentració i la temperatura.

En aquest gràfic s'ha obtingut una viscositat de 1,25 centipoises de la mescla d'aigua i l'anticongelant per una temperatura de 45°C i un 33% d'anticongelant en pes.

Aquesta unitat no és del SI, seguint el procediment anterior, es modificarà aquest valor per adequar-lo en les unitats correctes (Pa·s), aplicant les següents equivalències:

$$1 \text{ centipoise} = 1 \text{ mPa} \cdot \text{s}$$

$$1 \text{ Pa} = 1000 \text{ mPa}$$

En resum, la viscositat és de 0,00125 Pa·s.



S'ha escollit el anticongelant comercial Tyfocor L, concretament el bidó de 11 Kg. És un líquid higroscòpic, pràcticament inodor, a base de propilenglicol, a més disposa d'inhibidors de corrosió mantenint les superfícies de transmissió tèrmiques netes.

Propietats	
Aspecte	Líquid transparent i incolor.
Punt d'ebullició	$> 150\text{ }^{\circ}\text{C}$
Punt congelació	$< -50\text{ }^{\circ}\text{C}$
Densitat (20°C)	1,054 - 1,058 g/cm <sup>3</sup>
Viscositat (20°C)	68 - 72 mm <sup>2</sup> /s
Valor pH	6,5 - 8

Taula 2.88. Propietats generals del líquid anticongelant escollit.

### 2.3.8. Elecció del sistema d'acumulació

El volum d'acumulació d'ACS ha de ser suficient per a garantir i proveir la demanda de consum al llarg del dia, ja que en un moment donat el sistema de captació solar no serà suficient per garantir un augment de la demanda.

A més, segons la secció HE 4 del DB del CTE haurà de complir amb la Equació 2.59.

$$50 < \frac{V}{A_c} < 180$$

Equació 2.59

L'àrea útil del captador és de 2,15 m<sup>2</sup>, de manera que el volum de l'acumulador pot estar entre el rang (107,5 L - 387 L). S'ha de tenir en compte la demanda diària, que s'ha acatat en 112 L, de manera que el volum d'acumulació no haurà de distar molt de la demanda.

Es pretén que el dipòsit disposi d'un serpentí interior per a que el circuit primari de l'instal·lació solar cedeixi l'energia tèrmica provinent dels col·lectors en aquest, a més, el pretén també que la caldera en un moment donat pugui escalfar el dipòsit si el sistema solar no és suficient en una pujada de demanda, per aquest motiu, el interacumulador haurà de tenir 2 serpentins, un connectat amb el circuit primari i el segon connectat amb la caldera.

En la elecció del model, s'han comparat diferents fabricants i s'ha elegit un dipòsit acumulador de 200 Litres, dels més petits possibles. L'elegit ha set el model **INOX 2S 200** del fabricant TROIA. És el model més petit d'aquesta sèrie d'interacumuladors de 2 serpentins. El cost és de 1092€.





## Característiques

Descripción	Leg.	200
Boca de inspección	K	-
Ánodo (no incluido)	A	1" 1/4
Capacidad total (L)		200
Salidas ACS	J	3/4"
Entrada agua red	C	3/4"
Entrada de 1º circuito	F	1"
Salida de 1º circuito	E	1"
Entrada de 2º circuito	I	1"
Salida de 2º circuito	H	1"
Recirculación	B	1/2"
Sondas	L/M	1/2"
Vaciado	D	1/2"
Entrada resistencia	G	1" 1/4
Altura [mm]	N	1300
Diámetro [mm]	O	580
Superficie de 1º circuito [m²]		0,48
Superficie de 2º circuito [m²]		0,48
Espesor del aislamiento [mm]	P	50
Conductibilidad [W/m·K]		0,023
Peso [kg]		57

Taula 2.89. Característiques dipòsit acumulació INOX 2S 200.

## Esquema

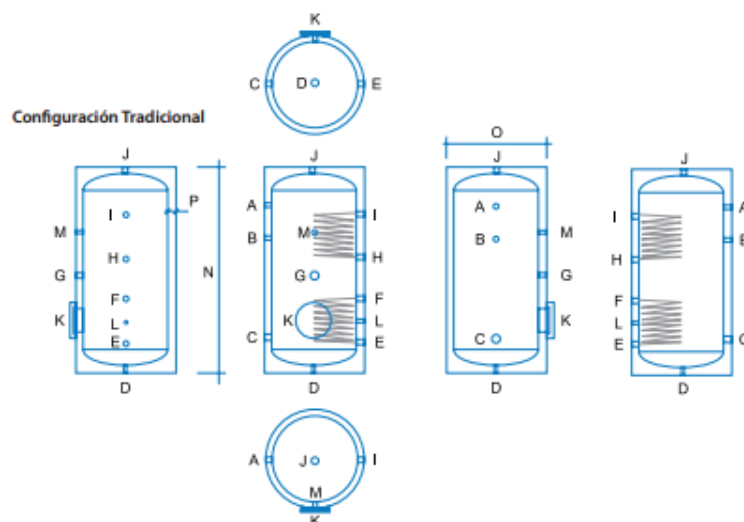


Figura 2.32. Esquema del dipòsit d'acumulació INOX 2S 200.



### 2.3.9. Grup hidràulic solar

El grup hidràulic per a instal·lacions solars tèrmiques és un conjunt de components que integra els elements hidràulics al circuit primari d'aquestes instal·lacions. Els grups hidràulics s'encarreguen de transferir la calor captat pels col·lectors solars al acumulador d'ACS.

Esquema:

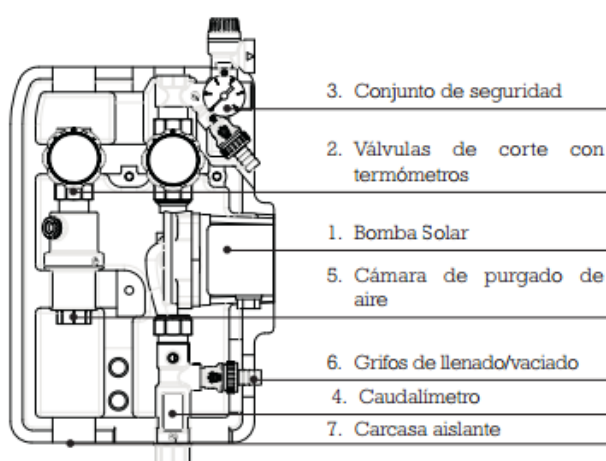


Figura 2.33. Esquema grup hidràulic solar.

S'ha escollit un grup hidràulic solar sense regulació integrada, de la marca ORKLI i amb els accessoris per l'unió del vas d'expansió. Article 70100 amb un preu de 479,58€.

HIDRÁULICA		BOMBA*	REGULACIÓN	ACCESORIOS UNIÓN VASO DE EXPANSIÓN	ARTÍCULO	€/UD.
RAMAL IDA	RAMAL RETORNO					
Completo	Completo	ST 15/6eco	NO	NO	70000	417,56
Completo	Completo	ST 15/6eco	NO	SI	70100	479,58

Taula 2.90. Característiques del grup hidràulic solar escollit.

### 2.3.10. Càlcul vas d'expansió circuit primari

S'instal·larà un vas d'expansió tancat.

El càlcul del volum del vas d'expansió es durà a terme seguint el procediment de càlcul de la normativa UNE 100155:2004.

Es procedirà a calcular el coeficient d'expansió de l'aigua de l'instal·lació de calefacció segons la temperatura mitjana del sistema, que és 50°C amb l'Equació 2.60.

$$Ce = \left( -1,75 + 0,064 \cdot t_{mitja} + 0,0036 \cdot (t_{mitja})^2 \right) \cdot 10^{-3}$$

Equació 2.60



On;

$C_e$  és el coeficient d'expansió.

No es pot obviar que el fluid caloportador del circuit primari té un percentatge de glicol, de manera que el fluid no es comportarà de la mateixa manera que l'aigua sola. El coeficient d'expansió s'haurà de multiplicar per un factor de correcció ( $f_c$ ) que dependrà del percentatge de glicol.

$$f_c = a \cdot (1,8 \cdot t_{mitja} + 32)^b$$

Equació 2.61

On:

$$a = -0,0134 \cdot (G^2 - 143,8 \cdot G + 1918,2)$$

Equació 2.62

$$b = 0,00035 \cdot (G^2 - 94,57 \cdot G + 500)$$

Equació 2.63

Es prendrà una temperatura de 60°C ( $t_{mitja}$ ) i un percentatge de glicol (G) del 33%.

Coeficient d'expansió	0,0151
a	23,29
b	-0,536
Factor de correcció	1,65
Coeficient d'expansió corregit	0,0247

Taula 2.91. Coeficients característics del vas d'expansió solar.

El coeficient d'expansió és sempre positiu i menor que la unitat, representa la relació entre el volum del fluid expansionat, i el volum del fluid en tota l'instal·lació.

$$C_e = \frac{V_u}{V_T}$$

Equació 2.64

On;

$V_u$  és el volum d'aigua amb glicol expansionat (L).

$V_T$  és el volum total de l'instal·lació (L).



A continuació tal i com s'ha justificat anteriorment s'ha de calcular el volum d'aigua total de l'instal·lació. Els elements que contenen aigua són:

- Canonades
- Col·lector

El col·lector disposa d'un volum de 1,7 litres.

Les canonades tindran una longitud de 37,88 metres amb un diàmetre exterior de 22 mm, aquestes canonades al tenir un espessor d'1 mm, el diàmetre interior serà 20 mm.

	$V_T(\text{Litres})$
Total canonades	11,9
Total col·lector	1,7
<b>TOTAL</b>	<b>13,6</b>

Taula 2.92. Volum total d'aigua en el circuit primari.

Per al càlcul del volum d'aigua amb glicol que s'expansiona, s'utilitzarà l'Equació 2.64, donant com a resultat:

$$V_u = 0,34 \text{ Litres}$$

Per a obtenir el volum del vas d'expansió tancat s'haurà de calcular el coeficient de pressió, aquest càlcul es farà partint de l'equació d'estat per a gasos perfectes, considerant que la variació de volum es produeix a temperatura constant. Aquest coeficient representat en l'Equació 2.65 és positiu i major que l'unitat, representa la relació entre el volum del vas d'expansió i el volum expansionat de l'aigua de l'instal·lació.

$$V_v = C_{pp} \cdot V_u$$

Equació 2.65

On;

$V_v$  és el volum mínim del vas d'expansió (L).

$C_{pp}$  és el coeficient de pressió.

Aquest coeficient de pressió es calcularà amb la Equació 2.66, que relaciona la pressió mínima ( $P_m$ ) i la pressió màxima ( $P_m$ ) de funcionament en el vas de la següent manera:



$$C_{pp} = \frac{P_M}{P_M - P_m}$$

Equació 2.66

La pressió mínima en el vas ha de ser suficient per a evitar cavitacions que poguessin malbaratar el sistema. S'ha de prendre un marge de seguretat de 0,2 bar com a mínim.

La pressió màxima serà lleugerament superior que la pressió de tarat de la vàlvula de seguretat ( $P_{vs}$ ) dels equips que formen part del circuit. S'agafarà el resultat menor del càlcul de les següents expressions:

$$P_M = 0,9 \cdot P_{vs} + 1$$

Equació 2.67

$$P_M = P_{vs} + 0,65$$

Equació 2.68

La pressió mínima del circuit és 1 bar.

La pressió màxima del circuit serà de 3 bars.

- Resultat 1 =  $0,9 \cdot 3 + 1 = 3,7$  bars
- Resultat 2 =  $3 + 0,65 = 3,65$  bars

Per la pressió màxima es prendrà com a correcte el valor 3,65 bars, al ser el menor dels dos, de manera que el coeficient de pressió obtingut de l'Equació 2.66 és:

$$C_{pp} = 1,38$$

I el volum mínim del vas d'expansió obtingut de l'Equació 2.65 és:

$$V_v = 0,46 \text{ Litres}$$

S'ha seleccionat un vas d'expansió tancat amb membrana recanviable de 2 Litres de la marca **IBAIONDO S.A. sèrie SMF model 2.**

### 2.3.11. Càlcul aïllament de les canonades

Segons el IT 1.2.4.2.1.2 del RITE, per a canonades amb diàmetre exterior menor o igual a 35 mm que transcorren per l'exterior de l'edifici i per una temperatura màxima que transporta el fluid caloportador de entre 40 i 60°C, l'espessor mínim d'aïllament ha de ser de 35 mm.

En el circuit primari, dels 37,88 metres de les canonades, 35,28 metres estaran a l'intempèrie, de manera que s'hauran de aïllar segons els requisits anteriors.



L'aïllament que s'ha elegit ha set un aïllament tubular flexible classe M1 de la marca ISOCELL d'espessor 40 mm, distribuït per SALVADOR ESCODA S.A.

	ESPESOR 40 mm					
AI 04 217	6 x 40	6	1/4"	—	24	10,40
AI 04 218	10 x 40	10	3/8"	—	24	11,24
AI 04 219	12 x 40	12	1/2"	—	24	12,10
AI 04 220	15 x 40	15	5/8"	—	22	12,68
AI 04 332	18 x 40	18	3/4"	3/8"	22	12,75
AI 04 333	22 x 40	22	7/8"	1/2"	22	13,02
AI 04 334	25 x 40	25	1"	—	16	14,01
AI 04 335	28 x 40	28	1-1/8"	3/4"	16	14,98
AI 04 336	35 x 40	35	1-3/8"	1"	16	16,44
AI 04 337	42 x 40	42	1-5/8"	1-1/4"	16	17,71
AI 04 338	48 x 40	48	—	1-1/2"	12	19,27
AI 04 339	54 x 40	54	2-1/8"	—	10	19,37
AI 04 340	60 x 40	60	2-3/8"	2"	10	19,55
AI 04 349	64 x 40	64	2-5/8"	—	10	19,93
AI 04 350	76 x 40	76	3"	2-1/2"	10	21,07
AI 04 354	80 x 40	80	—	—	10	21,67
AI 04 356	89 x 40	89	3-1/2"	3"	10	22,29
AI 04 312	102 x 40	102	3-5/8"	3-1/2"	8	24,11
AI 04 313	114 x 40	114	4-1/2"	4"	6	24,42
AI 04 314	140 x 40	140	—	5"	6	27,98
AI 04 315	160 x 40	160	—	—	4	37,55
AI 04 316	168 x 40	168	—	6"	4	39,53

Figura 2.34. Aïllament escollit per les canonades del circuit primari.



## 2.3.12. Simbologia

Símbol	Significat
$N_{sol}$	Nombre d'hores de sol en la localitat de Lleida.
$DEM_{ACS}$	Demanda d'ACS (MJ).
$\rho_a$	Densitat de l'aigua.
$n_p$	Nombre persones de l'edifici pel càlcul de la demanda d'ACS.
$N_{mes}$	Nombre de dies del mes.
$\beta$	Angle d'inclinació dels col·lectors amb el pla horitzontal ( $^{\circ}$ ).
$\alpha$	Angle d'azimut ( $^{\circ}$ ).
$\phi$	Latitud de la localitat de Lleida.
$H_{inc,dia}$	Radiació incident al dia sobre una superfície inclinada ( $MJ/m^2/dia$ ).
$H_{inc,mes}$	Radiació incident al mes sobre una superfície inclinada ( $MJ/m^2/mes$ ).
$I_s$	Irradiància solar mitjana ( $W/m^2$ ).
$A_c$	Àrea útil dels col·lectors ( $m^2$ ).
$M$	Consum diari dels mesos de estiu (L/dia).
$\eta_c$	Rendiment del col·lector solar.
$\eta_0$	Factor d'eficiència òptica del col·lector.
$a_1 / F_r U_L$	Coeficient global de pèrdues del col·lector ( $W/m^2^{\circ}C$ ).
$a_2$	Coeficient de pèrdues secundari ( $W/m^2^{\circ}C^2$ ).
$T_m$	Temperatura mitja del fluid caloportador en el col·lector ( $^{\circ}C$ ).
$T_{ambsol}$	Temperatura ambient de l'aire exterior en hores diürnes ( $^{\circ}C$ ).
$T_{in}$	Temperatura d'entrada al col·lector ( $^{\circ}C$ ).
$T_{out}$	Temperatura de sortida del col·lector ( $^{\circ}C$ ).
$R_V$	Rati que relaciona el preu i la potència dels col·lectors comparats ( $€/W$ ).
$P_{util}$	Potència útil del col·lector (W).
$A_u$	Àrea útil del col·lector ( $m^2$ ).
$f_s$	Coeficient de contribució de fracció solar dels col·lectors.
$D_1$	Paràmetre que expressa la relació entre l'energia absorbida per la placa del captador pla i la càrrega calorífica total en el procediment de càlcul fChart.
$D_2$	Paràmetre que expressa la relació entre les pèrdues d'energia pel captador i la càrrega calorífica total en el procediment de càlcul fChart.
$E_a$	Energia absorbida per la placa del col·lector pla (W).
$E_p$	Pèrdues d'energia del col·lector (W).
$K_1$	Factor de correcció per emmagatzemament en el procediment fChart.
$K_2$	Factor de correcció de temperatura en el procediment fChart.
$T_{min,ACS}$	Temperatura mínima admissible de l'aigua per a ACS ( $^{\circ}C$ ).
$Q_u$	Energia útil captada cada mes pels captadors solars (MJ).
$f_{anual}$	Cobertura anual del sistema de col·lectors solars.
$V$	Volum del dipòsit acumulador d'ACS (L).
$f_c$	Factor correcció pel càlcul del vas d'expansió solar.

Taula 2.93. Simbologia de l'Annex 3.



## 2.4. Annex 4. Estudi de viabilitat econòmica

### 2.4.1. Generalitats

Aquest apartat té com a objectiu estudiar la viabilitat del projecte en conjunt, per a comprovar si és rentable i determinar el període de retorn del capital invertit, és a dir, el nombre d'anys des de l'inici de la vida útil fins que l'inversió inicial de l'instal·lació quedi amortitzada per l'estalvi econòmic.

S'ha decidit implantar aquest sistema per evitar el consum de combustibles fòssils, pel seu baix preu en relació amb aquests, per contribuir a una reducció dels agents contaminants emesos per les combustions dels combustibles fòssils i per optimitzar l'instal·lació baixant els consums energètics. De manera que s'ha dissenyat i constituït a consciència per contribuir a aquest estalvi energètic.

La nova instal·lació estarà configurada per dos grans blocs; l'instal·lació de calefacció i instal·lació solar d'ACS.

El desemborsament inicial ha de ser cobert en aquest termini pel continu benefici que suposa l'estalvi energètic que suposa la instal·lació. D'altra banda, el manteniment anual de la instal·lació, l'increment en el preu dels combustibles i l'interès del diner suposaran una minva d'aquest benefici que haurà de ser tingut en compte. S'analitzaran els costos variables i el benefici i s'elaborarà el flux de caixa. Posteriorment es calcularan el VAN, el TIR i el payback.

El flux de caixa són les variacions d'entrades i sortides d'efectiu, extrapolant-ho en el present projecte seran els beneficis menys els costos.

El VAN (Valor Actual Net) és una mesura de la rendibilitat absoluta neta que proporciona el projecte, mesura en el moment inicial l'increment del valor que proporciona en termes absoluts, un cop descomptada la inversió inicial que s'ha hagut d'efectuar per dur-lo a terme. Com major sigui el VAN, l'inversió produirà majors beneficis.

$$VAN = \sum_{i=1}^n \frac{V_i}{(1 + k_i)^i} - I_0$$

Equació 2.69

On:

$V_i$  representa el flux de caixa en el període  $i$ .

$I_0$  és el valor de l'inversió inicial.

$n$  és el nombre de períodes o anys considerats.

$k_i$  és el tipus d'interès.





La Taxa Interna de Retorn (TIR) és una taxa de rendiment utilitzada en el pressupost de capital per mesurar i comparar la rendibilitat de les inversions. És la mitjana geomètrica dels rendiments futurs esperats d'aquesta inversió, es pot utilitzar com a indicador de la rendibilitat d'un projecte: a major TIR, major rendibilitat. A termes de càlcul, es busca igualant el VAN a 0, com es mostra en la següent equació.

$$0 = \sum_{i=1}^n \frac{V_i}{(1 + TIR)^i} - I_0$$

Equació 2.70

S'han escollit els següents combustibles de biomassa: **Pèl·lets, closca d'ametlla i pinyol d'oliva.**

Combustible	Mida (mm)	Humitat	Preu (€/Kg)	PCI (kWh/Kg)
Pèl·lets	6	< 15%	0,21	5,82
Closca d'ametlla	5/10	< 20%	0,16	4,42
Pinyol d'oliva	10	< 15%	0,145	4,48

Taula 2.94. Característiques dels combustibles analitzats.

Les dades per la realització de la taula comparativa Taula 2.94 han set extretes de l'IDAE i de diferents distribuïdors. Els preus que estan reflectits són referents a combustible venut en sacs de 15-20 Kg. S'han realitzat les taules comparatives entre els diferents combustibles, indicant en cada mes els Kilograms consumits per hora, i els Kilograms consumits per mes.

#### Pèl·lets

Mes	%	kW	Kg/h	Kg/mes
Gener	100%	25,96	4,46	802,89
Febrer	100%	25,96	4,46	802,89
Març	70%	18,17	3,12	562,02
Abril	50%	12,98	2,23	401,44
Maig	50%	12,98	2,23	401,44
Juny	30%	7,79	1,34	240,87
Juliol	-	0,00	0,00	0,00
Agost	-	0,00	0,00	0,00
Setembre	40%	10,38	1,78	321,15
Octubre	70%	18,17	3,12	562,02
Novembre	100%	25,96	4,46	802,89
Desembre	100%	25,96	4,46	802,89

Taula 2.95. Detalls dels consums previstos de pèl·lets.

**El consum anual estimat de pèl·lets és 5700 Kg.**

**El cost anual de combustible estimat és 1197 €.**



#### Closca d'ametlla

Mes	%	kW	Kg/h	Kg/mes
Gener	100%	25,96	5,87	1057,19
Febrer	100%	25,96	5,87	1057,19
Març	70%	18,17	4,11	740,04
Abril	50%	12,98	2,94	528,60
Maig	50%	12,98	2,94	528,60
Juny	30%	7,79	1,76	317,16
Juliol	-	0,00	0,00	0,00
Agost	-	0,00	0,00	0,00
Setembre	40%	10,38	2,35	422,88
Octubre	70%	18,17	4,11	740,04
Novembre	100%	25,96	5,87	1057,19
Desembre	100%	25,96	5,87	1057,19

Taula 2.96. Detalls dels consums previstos de closca d'ametlla.

**El consum anual estimat de closca d'ametlla és 7506 Kg.**

**El cost anual de combustible estimat és 1200,97€.**

#### Pinyol d'oliva

Mes	%	kW	Kg/h	Kg/mes
Gener	100%	25,96	5,79	1043,04
Febrer	100%	25,96	5,79	1043,04
Març	70%	18,17	4,06	730,13
Abril	50%	12,98	2,90	521,52
Maig	50%	12,98	2,90	521,52
Juny	30%	7,79	1,74	312,91
Juliol	-	0,00	0,00	0,00
Agost	-	0,00	0,00	0,00
Setembre	40%	10,38	2,32	417,21
Octubre	70%	18,17	4,06	730,13
Novembre	100%	25,96	5,79	1043,04
Desembre	100%	25,96	5,79	1043,04

Taula 2.97. Detalls dels consums previstos de pinyols d'oliva.

**El consum anual estimat de pinyol d'oliva és 7405,5 Kg.**

**El cost anual de combustible estimat és 1073,8 €.**



#### 2.4.2. Consideracions pel càlcul

- El consum anual d'electricitat s'ha estimat en 40000 kWh, però s'ha de tenir en compte que també inclou la il·luminació, aparells elèctrics, etc. Per aquesta raó, s'ha considerat que entre el sistema de calefacció i el acumulador elèctric d'ACS conformen un 50% del total d'aquesta energia: 20000 kWh.
- El cost de l'electricitat és difícil de calcular ja que hi ha discriminació de horaris, s'ha considerat un preu promig de 0,15 €/kWh.
- L'increment previst és de l'electricitat: 4% anual.
- El consum de pèl·lets en el nou sistema s'estima que serà de 5700 Kg anuals.
- El consum de pinyol d'oliva en el nou sistema s'estima que seria de 7405,5 Kg anuals.
- El consum de closca d'ametlla en el nou sistema s'estima que seria de 7506 Kg anuals.
- El preu del pèl·let (en format de sacs de 15 Kg) és de 0,21 €/Kg.
- El preu del pinyol d'oliva (en format de sacs de 20 Kg) és de 0,145 €/Kg.
- El preu de la closca d'ametlla (en format de sacs de 15 Kg) és de 0,16 €/Kg.
- L'increment de la biomassa s'estima en un 5% anual.
- El manteniment de l'instal·lació de biomassa i solar serà un 2% del cost total d'aquesta.
- La taxa d'interès es fixa al 2%.
- Vida útil de l'instal·lació: 20 anys.
- Inversió total: 21098,47 €

#### 2.4.3. Càlcul costos variables i benefici

Un cost variable serà aquell que fluctua al llarg del temps, no sempre és constant. S'utilitzarà la següent fórmula per calcular-lo.

$$C_v = (C_M + E_{an} \cdot p_e) \cdot \left( \frac{1 + r_c}{1 + k_i} \right)^i$$

Equació 2.71

On:

$C_v$  són els costos variables

$C_M$  són els costos de manteniment

$E_{an}$  és el consum anual de combustible.

$p_e$  és el preu de l'electricitat

$r_c$  és l'increment anual del cost del combustible

$k_i$  és l'interès del diner



El benefici econòmic (Bº) vindrà donat a partir de la reducció de l'electricitat al substituir els radiadors i acumuladors elèctrics per sistemes d'energia renovables. S'estima que l'electricitat augmentarà un 5% anual, de manera que en la comparativa entre ambdós sistemes es tindrà en compte.

En la taula esta especificat com a Benefici aquest terme, però cal recordar que no són beneficis nets ja que no se li han restat els costos.



Taula de resultats

Any	Bº (€)	Pèl·let			Closca d'ametlla			Pinyol d'oliva		
		Cv (€)	Flux de caixa (€)	Flux acumulat (€)	Cv (€)	Flux de caixa (€)	Flux acumulat (€)	Cv (€)	Flux de caixa (€)	Flux acumulat (€)
0				-21098,47			-21098,47			-21098,47
1	3120,00	1557,99	1562,01	-19536,46	1562,07	1557,93	-19540,54	1431,16	1688,84	-19409,63
2	3244,80	1603,81	1640,99	-17895,48	1608,01	1636,79	-17903,75	1473,26	1771,54	-17638,09
3	3374,59	1650,99	1723,61	-16171,87	1655,31	1719,29	-16184,46	1516,59	1858,00	-15780,09
4	3509,58	1699,54	1810,03	-14361,84	1703,99	1805,59	-14378,88	1561,19	1948,38	-13831,71
5	3649,96	1749,53	1900,43	-12461,41	1754,11	1895,85	-12483,03	1607,11	2042,85	-11788,86
6	3795,96	1800,99	1994,97	-10466,44	1805,70	1990,26	-10492,77	1654,38	2141,58	-9647,29
7	3947,80	1853,96	2093,84	-8372,60	1858,81	2088,99	-8403,78	1703,04	2244,76	-7402,53
8	4105,71	1908,49	2197,22	-6175,38	1913,48	2192,23	-6211,55	1753,13	2352,58	-5049,95
9	4269,94	1964,62	2305,32	-3870,06	1969,76	2300,18	-3911,37	1804,69	2465,24	-2584,70
10	4440,73	2022,40	2418,33	-1451,73	2027,69	2413,04	-1498,33	1857,77	2582,96	-1,74
11	4618,36	2081,88	2536,48	1084,75	2087,33	2531,03	1032,70	1912,41	2705,95	2704,21
12	4803,10	2143,11	2659,98	3744,73	2148,72	2654,37	3687,07	1968,66	2834,44	5538,65
13	4995,22	2206,15	2789,07	6533,81	2211,92	2783,30	6470,37	2026,56	2968,66	8507,31
14	5195,03	2271,03	2924,00	9457,80	2276,98	2918,05	9388,43	2086,16	3108,87	11616,18
15	5402,83	2337,83	3065,00	12522,80	2343,95	3058,88	12447,31	2147,52	3255,31	14871,49
16	5618,94	2406,59	3212,36	15735,16	2412,89	3206,06	15653,37	2210,68	3408,26	18279,75
17	5843,70	2477,37	3366,33	19101,49	2483,85	3359,85	19013,22	2275,70	3568,00	21847,74
18	6077,45	2550,23	3527,21	22628,70	2556,91	3520,54	22533,76	2342,64	3734,81	25582,56
19	6320,55	2625,24	3695,31	26324,01	2632,11	3688,44	26222,20	2411,54	3909,01	29491,57
20	6573,37	2702,45	3870,91	30194,93	2709,53	3863,84	30086,04	2482,46	4090,90	33582,47

Taula 2.98. Comparativa entre els tres tipus de combustibles analitzats.



	Pèl·lets	Closca d'ametlla	Pinyol d'oliva
<b>VAN</b>	29189,17	29082,42	32510,30
<b>TIR</b>	8,7%	8,7%	9%
<b>Payback</b>	10 anys i 208 dies	10 anys i 216 dies	10 anys

Taula 2.99. VAN, TIR i Payback dels tres tipus de combustibles analitzats.

#### 2.4.4. Conclusions de l'estudi de viabilitat

S'han estudiat tres casos diferents de combustibles de biomassa perquè la caldera seleccionada és policombustible, això vol dir que accepta diferents tipus de combustibles de biomassa. Com s'ha comprovat, no hi ha diferències massa evidents entre l'ús d'un o altre, degut a que el pèl·let és més car però per contra disposa d'un poder calorífic major i per escalfar el mateix volum necessita combustionar menys massa de combustible.

El VAN i TIR del pinyol d'oliva són majors, això demostra que, a priori, és millor utilitzar-lo per a la caldera.

Utilitzant pinyol d'oliva el termini de recuperació de l'instal·lació és menor, ja que l'inversió inicial es recuperarà més ràpidament. A priori seria el millor combustible a utilitzar, però s'han d'estudiar altres factors.

El pinyol d'oliva és molt menys comú que els pèl·lets de fusta i és més complicat de trobar un distribuïdor proper. Un altre inconvenient és que al disposar de menor poder calorífic, les recàrregues de la sitja annexa a la caldera hauran de ser més continuades.

Les diferències no són tan determinants com per aconsellar el pinyol d'oliva, de manera que, per comoditat el combustible a utilitzar s'aconsella que siguin pèl·lets de fusta.

L'inversió s'amortitzarà en 10 anys i 208 dies segons les estimacions elaborades en aquest annex.



#### 2.4.5. Simbologia

Símbol	Significat
$V_i$	Flux de caixa en el període "i" (€)
$I_o$	Valor d'inversió inicial (€)
$k_i$	Tipus d'interès del diner
$C_v$	Costos variables (€)
$C_M$	Costos de manteniment (€)
$E_{an}$	Consum anual de combustible (Kg)
$p_c$	Preu del combustible (€/Kg)
$r_c$	Increment anual del cost del combustible

Taula 2.100. Simbologia de l'Annex 4.



## **2.5. Annex 5. Certificació d'eficiència energètica**

### **2.5.1. Introducció**

El certificat d'eficiència energètica és un document oficial redactat per un tècnic competent que inclou informació objectiva sobre les característiques energètiques d'un immoble. En aquest sentit, la certificació energètica qualifica energèticament un immoble calculant el consum anual d'energia necessari per satisfer la demanda energètica d'un edifici en condicions normals d'ocupació i funcionament.

El procés de certificació energètica conclou amb l'emissió d'un certificat i l'assignació d'una etiqueta energètica. L'escala de qualificació és de set lletres i varia entre les lletres A (edifici més eficient energèticament) i G (edifici menys eficient energèticament). L'etiqueta energètica expressa la qualificació energètica d'un edifici atorgant una d'aquestes lletres.

La certificació d'eficiència energètica dels edificis és una exigència derivada de la Directiva 2002/91/CE. Aquesta Directiva es transposa parcialment a l'ordenament jurídic espanyol a través del Reial Decret 47/2007, de 19 de gener, pel qual s'aprova el Procediment bàsic per a la certificació d'eficiència energètica.

Aquest certificat resulta obligatori, llevat d'excepcions, per al propietari de qualsevol part individual d'un edifici existent (habitatges, oficines o locals) objecte d'una operació de compravenda o de lloguer.

### **2.5.2. Elaboració**

#### **2.5.2.1. Dades inicials**

L'elaboració del certificat s'ha dut a terme amb el software CE3X promogut pel Ministeri d'Indústria, Energia i Turisme, a través de l'IDAE, i pel Ministeri de Foment, que permet obtenir la certificació d'eficiència energètica d'un edifici existent.

S'han introduït les dades respectives a les superfícies útils de l'edifici, consum d'ACS i els detalls de l'evolvent tèrmic de l'edifici, calculats i detallats en els annexes o en els requisits de disseny.

S'ha definit un perfil d'ús de l'edifici de 8 hores diàries a intensitat mitjana. S'ha estimat que consumeixen anualment uns 40000 kWh en l'actualitat, aquesta dada s'ha estimat a partir de factures facilitades. El consum estimat de pèl·lets per la nova instal·lació serà de 5700 Kg anuals.





Pel que fa les instal·lacions, s'ha fet una comparativa entre el sistema instaurat actualment i el sistema proposat en el present projecte. El sistema actual consta de calefacció per efecte Joule i un equip d'ACS també per efecte Joule amb una acumulació de 50 litres.

El sistema proposat consta d'un generador per a calefacció amb ajut a l'ACS de biomassa i un sistema solar de suport per l'ACS. S'ha estimat que el sistema solar garantirà el 75% de la producció d'ACS.

## 2.5.2.2. Document

### CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

#### IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Escola publica		
Dirección	Carrer Escoles s/n Torrebesses (Lleida)		
Municipio	Torrebesses	Código Postal	25176 Torrebesses
Provincia	Lleida	Comunidad Autónoma	Cataluña
Zona climática	D3	Año construcción	1967
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	Anterior a la NBE-CT79		
Referencia/s catastral/es	25283A09009001		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>o Vivienda <ul style="list-style-type: none"> <li>o Unifamiliar</li> <li>o Bloque <ul style="list-style-type: none"> <li>o Bloque completo</li> <li>o Vivienda individual</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terciario <ul style="list-style-type: none"> <li>• Edificio completo</li> <li>o Local</li> </ul> </li> </ul>

#### DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Victor Coll Llovera	NIF	47931600Z
Razón social		CIF	
Domicilio	C/ Joc de la bola nº 1, esc. 2 3r 1a		
Municipio	Lleida	Código Postal	25003
Provincia	Lleida	Comunidad Autónoma	Cataluña
e-mail	victor.coll.llovera@gmail.com		
Titulación habilitante según normativa vigente	Enginyer tècnic industrial		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEX v1.0		

#### CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CALIFICACION ENERGÉTICA GLOBAL EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	
< 11.5 <b>A</b>	
11.5-18.7 <b>B</b>	
18.7-28.8 <b>C</b>	
28.8-37.5 <b>D</b>	
37.5-46.1 <b>E</b>	
46.1-57.7 <b>F</b>	
≥ 57.7 <b>G</b>	<b>105.71 G</b>

El técnico certificador abajo firmante certifica que ha realizado la calificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 2/5/2015

Firma del técnico certificador

**Anexo I.** Descripción de las características energéticas del edificio.

**Anexo II.** Calificación energética del edificio.

**Anexo III.** Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

**Anexo IV.** Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.


Registro del Órgano Territorial Competente:

## DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

### 1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m <sup>2</sup> ]	218.07
--	--------

Imagen del edificio	Plano de situación
	

### 2. ENVOLVENTE TÉRMICA

#### Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/m <sup>2</sup> ·K]	Modo de obtención
Coberta	Cubierta	140	2.56	Estimado
Façana N-E	Fachada	112.04	1.13	Conocido
Façana S-O	Fachada	91.88	1.13	Conocido
Façana S-E	Fachada	40.46	1.13	Conocido
Façana N-O	Fachada	40.46	1.13	Conocido
Forjat superior	Partición Interior	110	1.67	Conocido
Entre plantes	Partición Interior	110	1.67	Conocido
Terra al terreny	Suelo	110	1.00	Por defecto

#### Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/m <sup>2</sup> ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Finestres P0 petites	Hueco	0.58	3.00	0.75	Conocido	Conocido
Finestres P0 grans	Hueco	2.04	3.00	0.75	Conocido	Conocido
Finestres P1 tipus 1	Hueco	0.781	3.00	0.75	Conocido	Conocido
Finestres P1 tipus 2	Hueco	0.98	3.00	0.75	Conocido	Conocido
Finestres P1 tipus 1 SO	Hueco	0.781	3.00	0.75	Conocido	Conocido
Porta balcó	Hueco	4.4	3.00	0.75	Conocido	Conocido
Porta entrada	Hueco	4.28	5.60	0.75	Conocido	Conocido

### 3. INSTALACIONES TÉRMICAS

#### Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacció amb radiadors elèctrics	Efecto Joule		95.00	Electricidad	Estimado

#### Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención

#### Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Equipo ACS	Efecto Joule		85.5	Electricidad	Estimado

#### 4. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Perfil de uso
Edificio	218.07	Intensidad Media - 8h

## CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	D3	Uso	Intensidad Media - 8h
----------------	----	-----	-----------------------

### 5. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
<div><div>&lt; 11.5 A</div><div>11.5-18.7 B</div><div>18.7-28.8 C</div><div>28.8-37.5 D</div><div>37.5-46.1 E</div><div>46.1-57.7 F</div></div>	<div>105.71 G</div>	CALEFACCIÓN		ACS	
		G		G	
		Emisiones calefacción [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]		Emisiones ACS [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	
		90.03		12.80	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		D		A	
		Emisiones globales [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]		Emisiones refrigeración [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	
105.71		2.88		0.0	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

### 6. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

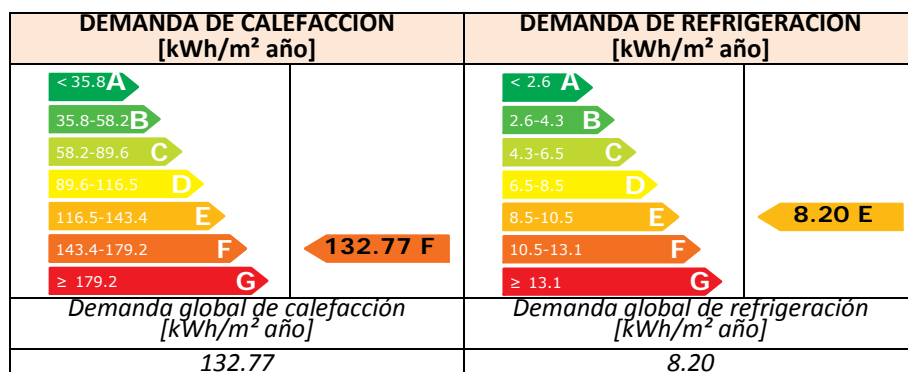
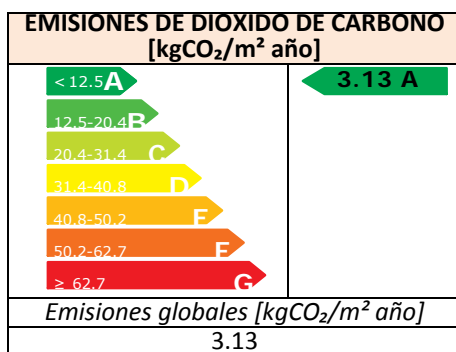
DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
<div><div>&lt; 34.6A</div><div>34.6-56.2B</div><div>56.2-86.4C</div><div>86.4-112.3D</div><div>112.3-138.3E</div><div>138.3-172.8F</div><div>≥ 172.8G</div></div>	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div>131.79 F</div><div></div></div>	<div><div>&lt; 2.7A</div><div>2.7-4.4B</div><div>4.4-6.8C</div><div>6.8-8.8D</div><div>8.8-10.8E</div><div>10.8-13.5F</div><div>≥ 13.5G</div></div>	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div>7.56 D</div></div>
Demanda global de calefacción [kWh/m² año]		Demanda global de refrigeración [kWh/m² año]	
131.79		7.56	

### 7. CALIFICACIÓN PARCIAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA

Por energía primaria se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes renovables y no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
<div><div>&lt; 170.1A</div><div>170.1-276.3B</div><div>276.3-425.1C</div><div>425.1-552.7D</div><div>552.7-680.2E</div><div>680.2-850.3F</div><div>≥ 850.3G</div></div>	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div>425.13G</div></div>	CALEFACCIÓN		ACS	
		2.91G		4.89G	
		Energía primaria calefacción [kWh/m² año]		Energía primaria ACS [kWh/m² año]	
		362.07		51.46	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		1.12D		0.0A	
		Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]		Energía primaria iluminación [kWh/m² año]	
		Consumo global de energía primaria [kWh/m² año]			
425.13		11.60		0.0	

## RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA



### ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
Demanda [kWh/m² año]	132.77	F	8.20	E						
Diferencia con situación inicial	-1.0 (-0.7%)		-0.6 (-8.5%)							
Energía primaria [kWh/m² año]	170.87	E	12.59	D	3.25	A	0.00	A	186.71	D
Diferencia con situación inicial	191.2 (52.8%)		-1.0 (-8.5%)		48.2 (93.7%)		0.0 (0.0%)		238.4 (56.1%)	
Emisiones de CO₂ [kgCO₂/m² año]	0.00	A	3.13	E	0.00	A	0.00	A	3.13	A
Diferencia con situación inicial	90.0 (100.0%)		-0.3 (-8.7%)		12.8 (100.0%)		0.0 (0.0%)		102.6 (97.0%)	

### DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA

Substitució calefacció i ACS.cex

Conjunto de medidas de mejora cargado desde archivo: Substitució calefacció i ACS.cex

## **PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR**

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR
-



## 3. PLÀNOLS

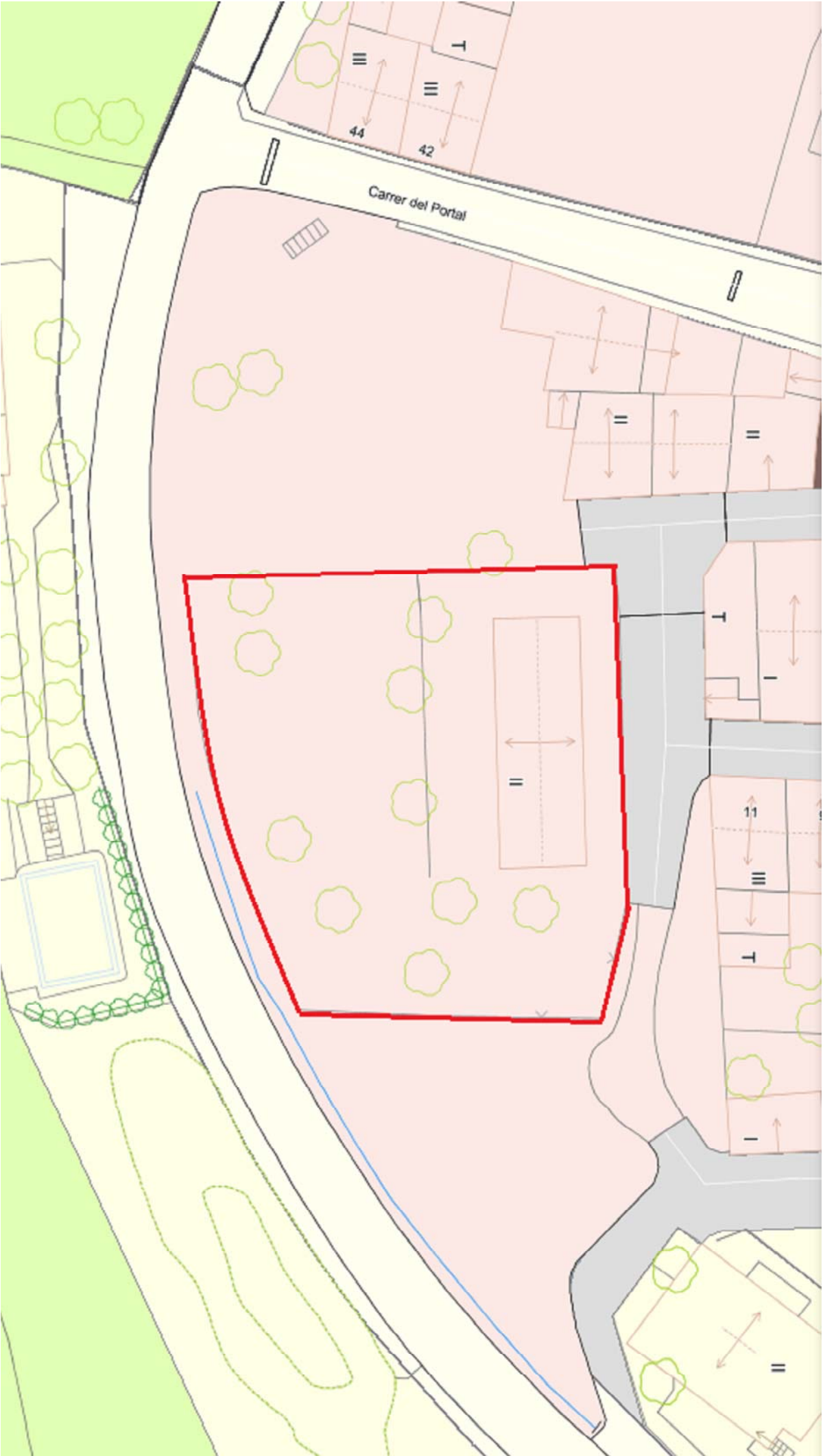




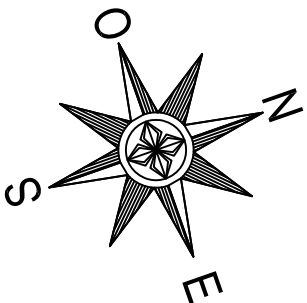
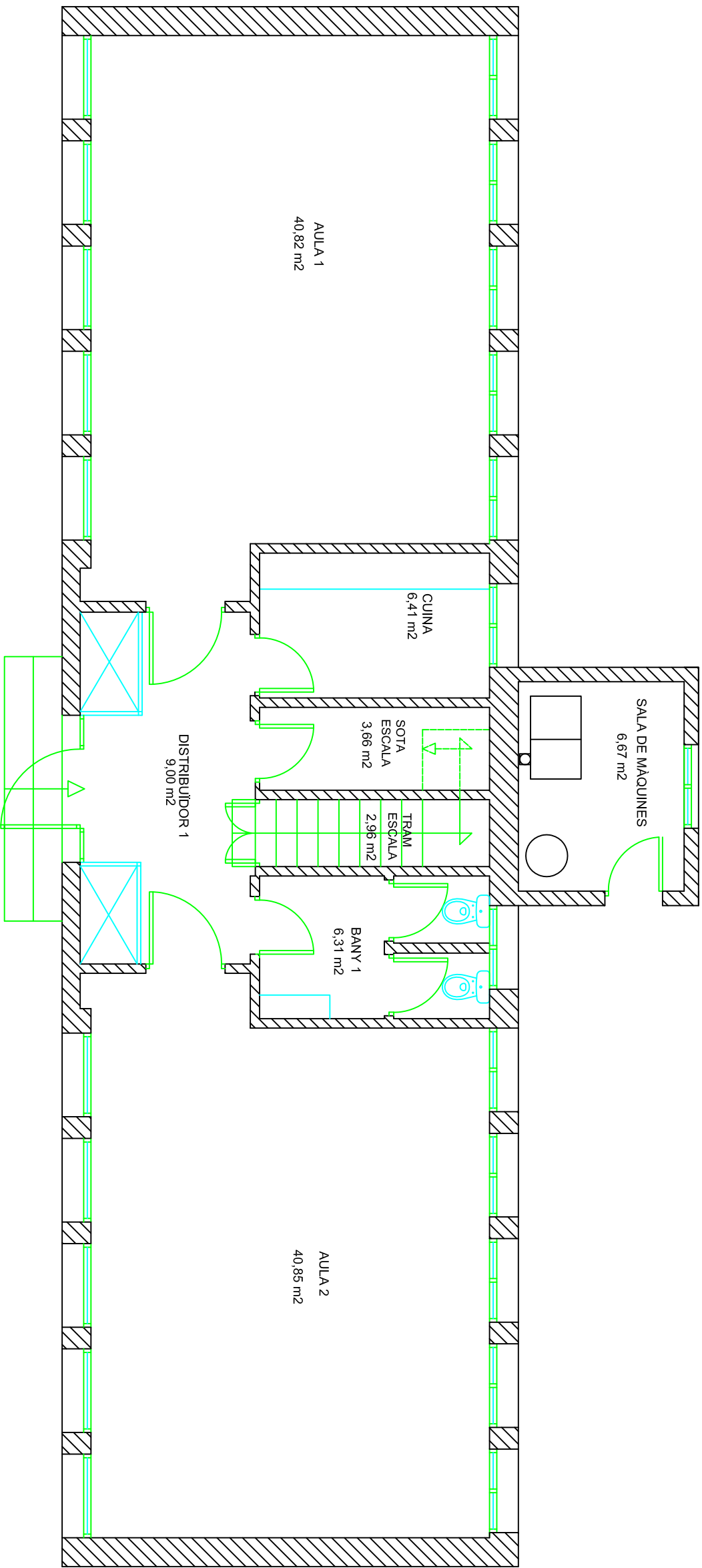
## ÍNDEX PLÀNOLS

<b>3. PLÀNOLS .....</b>	<b>300</b>
3.1. Plànol situació .....	302
3.2. Plànol d'ubicació.....	303
3.3. Planta de la planta baixa.....	304
3.4. Planta de la primera planta.....	305
3.5. Acotacions de la planta baixa .....	306
3.6. Acotacions de la primera planta .....	307
3.7. Actual instal·lació de calefacció de la planta baixa.....	308
3.8. Actual instal·lació de calefacció de la primera planta.....	309
3.9. Nova instal·lació de calefacció de la planta baixa .....	310
3.10. Nova instal·lació de calefacció de la primera planta .....	311
3.11. Façana principal .....	312
3.12. Façana posterior.....	313
3.13. Perfils de les façanes .....	314
3.14. Façana posterior amb la nova instal·lació .....	315
3.15. Perfils de les façanes amb la nova instal·lació .....	316
3.16. Façana principal i coberta amb la nova instal·lació.....	317
3.17. Sala de màquines .....	318
3.18. Diagrama d'enginyeria.....	319



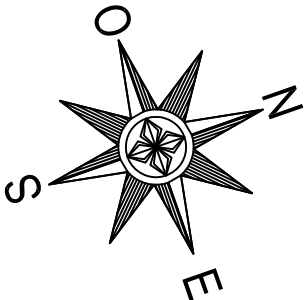
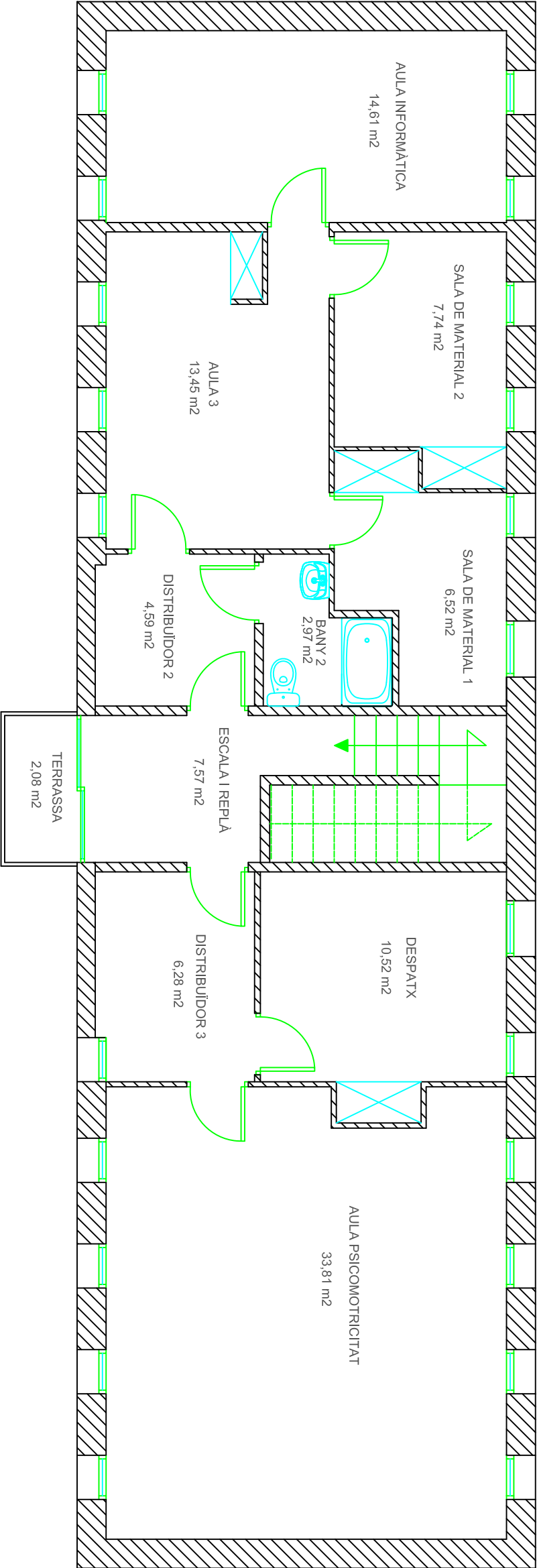


	NOM	DATA	PROJECTE
DIBUIXAT	Victor Coll Llovera	27/12/2014	Auditoria energètica d'un edifici aïllat destinat a escola pública de primària i disseny de l'instal·lació de calefacció i ACS amb plaques solars tèrmiques.
COMPROVAT	Ramón Grau Lanau		
ESCALA 1/450	TÍTOL:	PLÀNOL UBICACIÓ	
		Nº PLÀNOL:	2/18

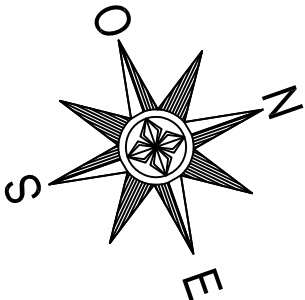
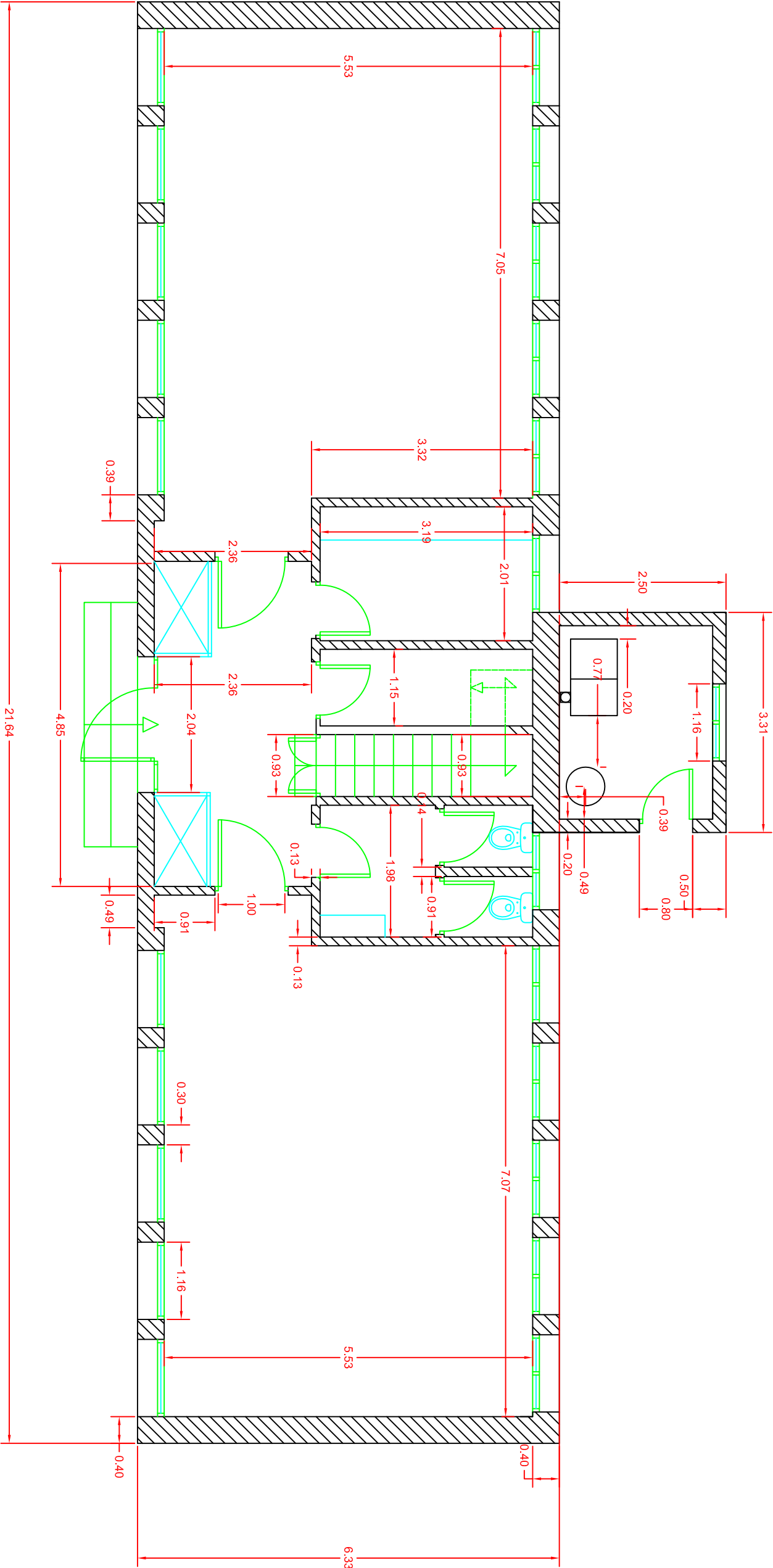


PROJECTE		NOM	DATA
DIBUIXAT	Victor Coll Llovera		
COMPROVAT	Ramón Grau Lanau		
ESCALA	TÍTOL: PLANTA DE PLANTA BAIXA		
1/70	Nº PLÀNOL: 3/18		



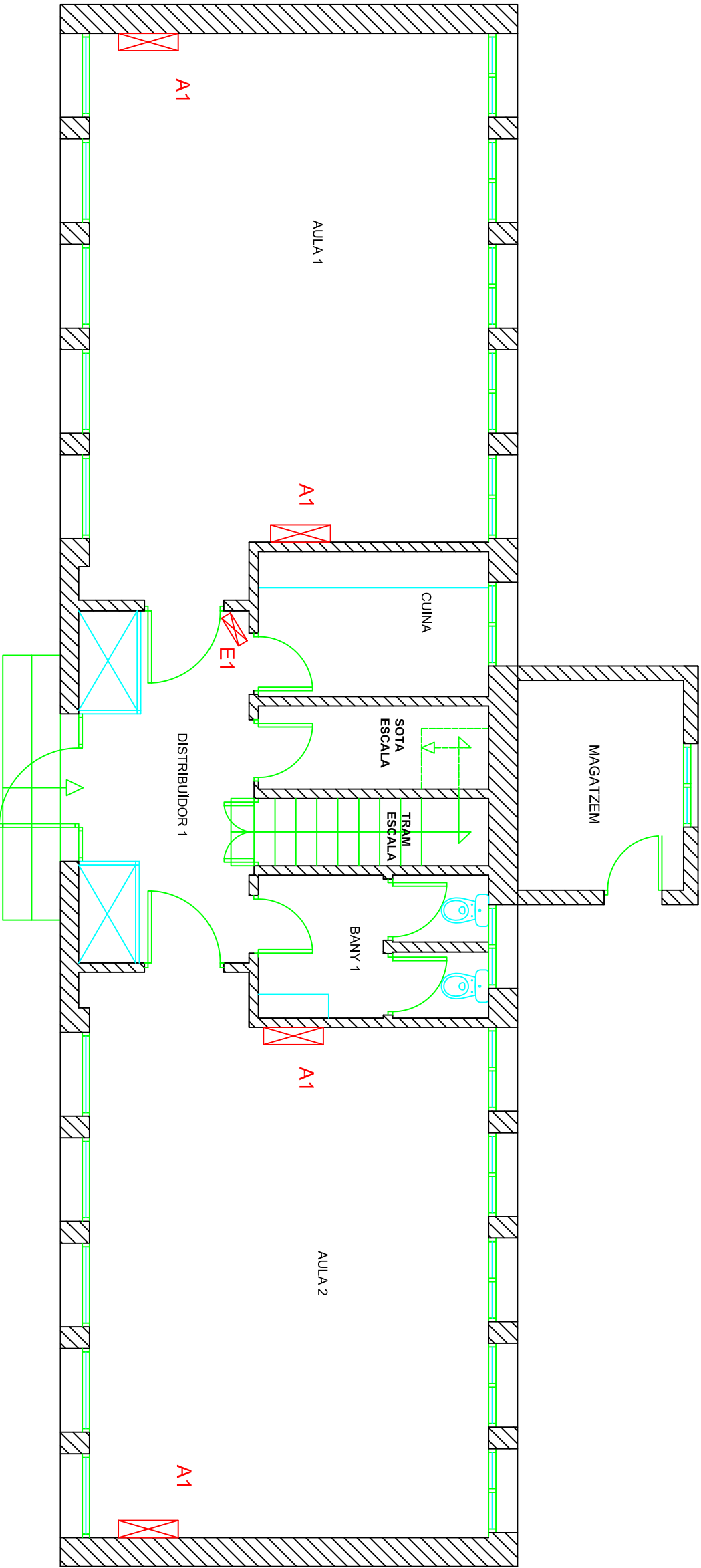


	NOM	DATA	PROJECTE
DIBUIXAT	Victor Coll Llovera	27/12/2014	Auditoria energètica d'un edifici aïllat destinat a escola pública de primària i disseny de l'instal·lació de calefacció i ACS amb plaques solars tèrmiques.
COMPROVAT	Ramón Grau Lanau		
ESCALA 1/70	TÍTOL:  PLANTA DE PRIMERA PLANTA		Nº PLÀNOL:  4/18



		NOM	DATA	PROJECTE
DIBUIXAT		Víctor Coll Llovera	27/12/2014	Auditoria energètica d'un edifici aïllat destinat a escola pública de primària i disseny de l'instal·lació de calefacció i ACS amb plaques solars tèrmiques.
COMPROVAT		Ramón Grau Lanau		
ESCALA 1/70	TÍTOL:  ACOTACIÓ PLANTA BAIXA			Nº PLÀNOL:  5/18

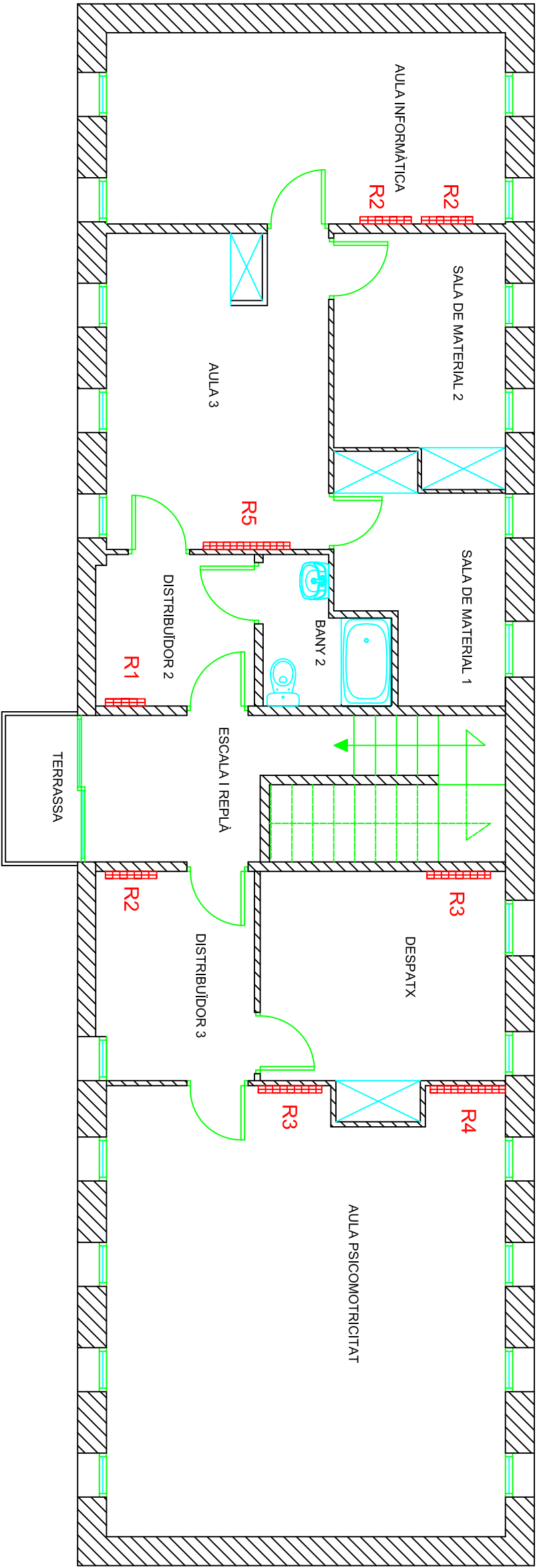




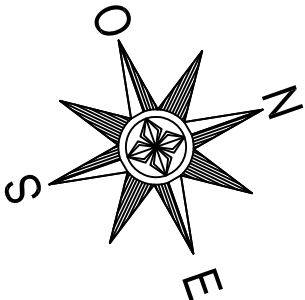
Referència	Element
A1	Acumulador elèctric AEG WSP 307
E1	Radiador d'infrarrojos portàtil Ufesa 440

PROJECTE		DATA	NOM
Auditoria energètica d'un edifici aïllat destinat a escola pública de primària i disseny de l'instal·lació de calefacció i ACS amb plaques solars tèrmiques.		7/1/2015	DIBUIXAT
			COMPROVAT
TÍTOL: ACTUAL INSTAL·LACIÓ DE CALEFACCIÓ EN LA PLANTA BAIXA		ESCALA 1/70	
Nº PLÀNOL: 7/18			

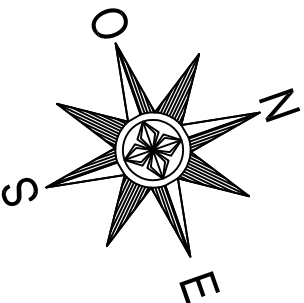
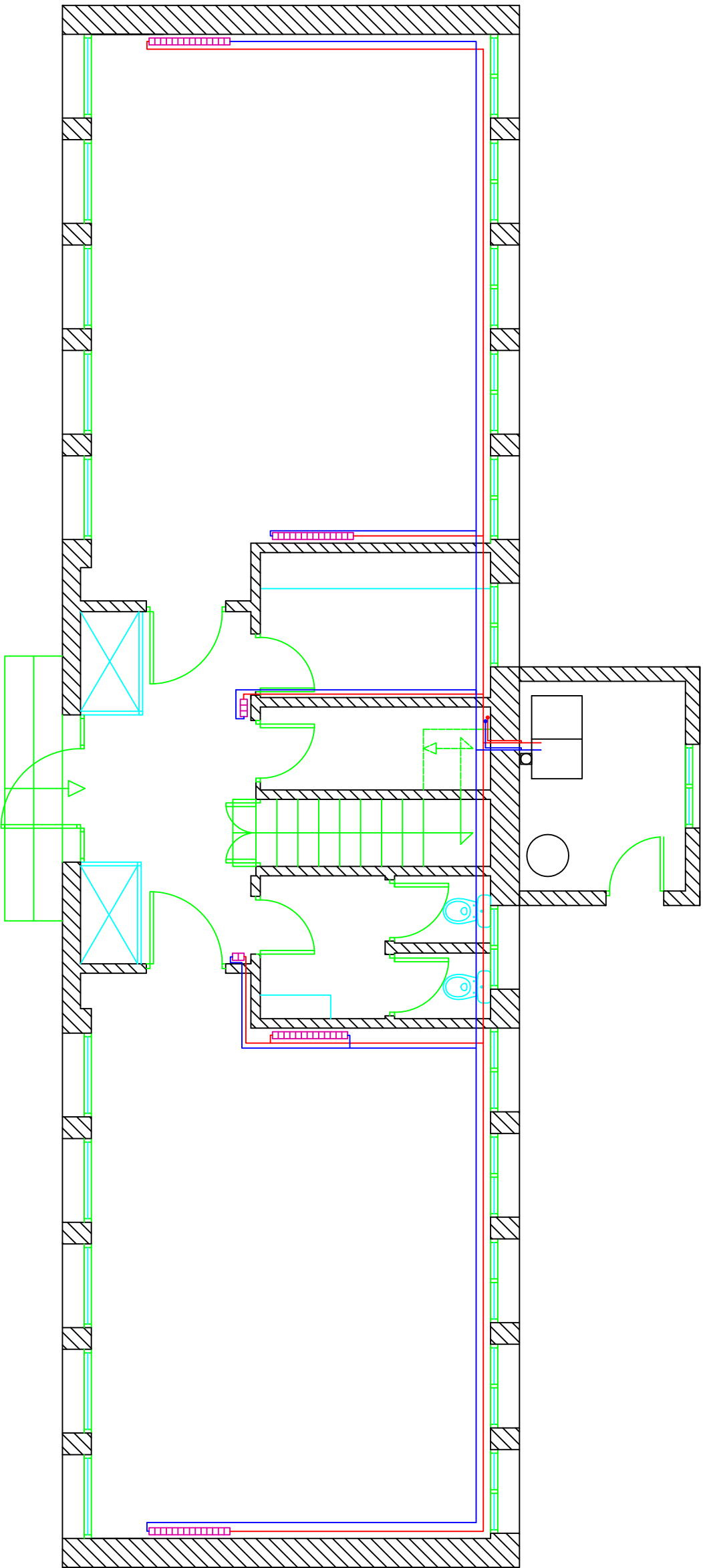




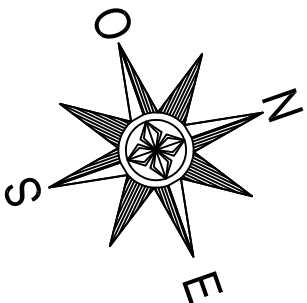
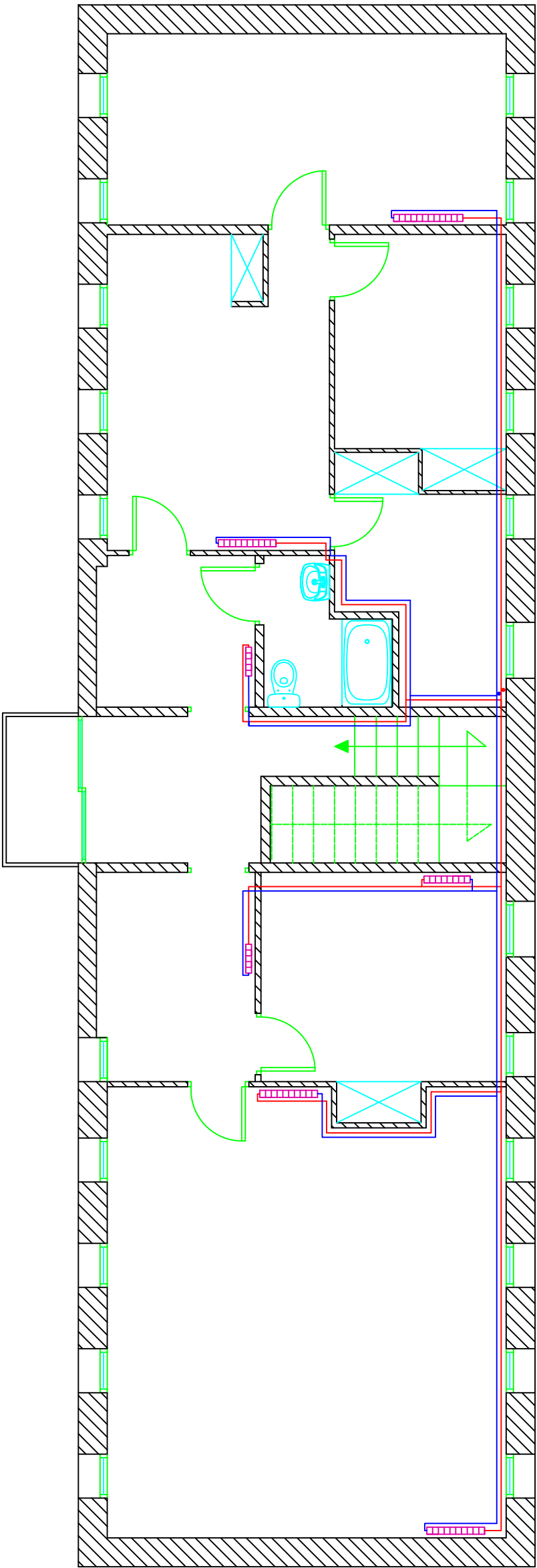
Referència	Element
R1	Radiador elèctric ECOTERMI EPS 600 W
R2	Radiador elèctric ECOTERMI EPS 850 W
R3	Radiador elèctric ECOTERMI EPS 1050 W
R4	Radiador elèctric ECOTERMI EPS 1550 W
R5	Radiador elèctric ECOTERMI EPS 1300 W



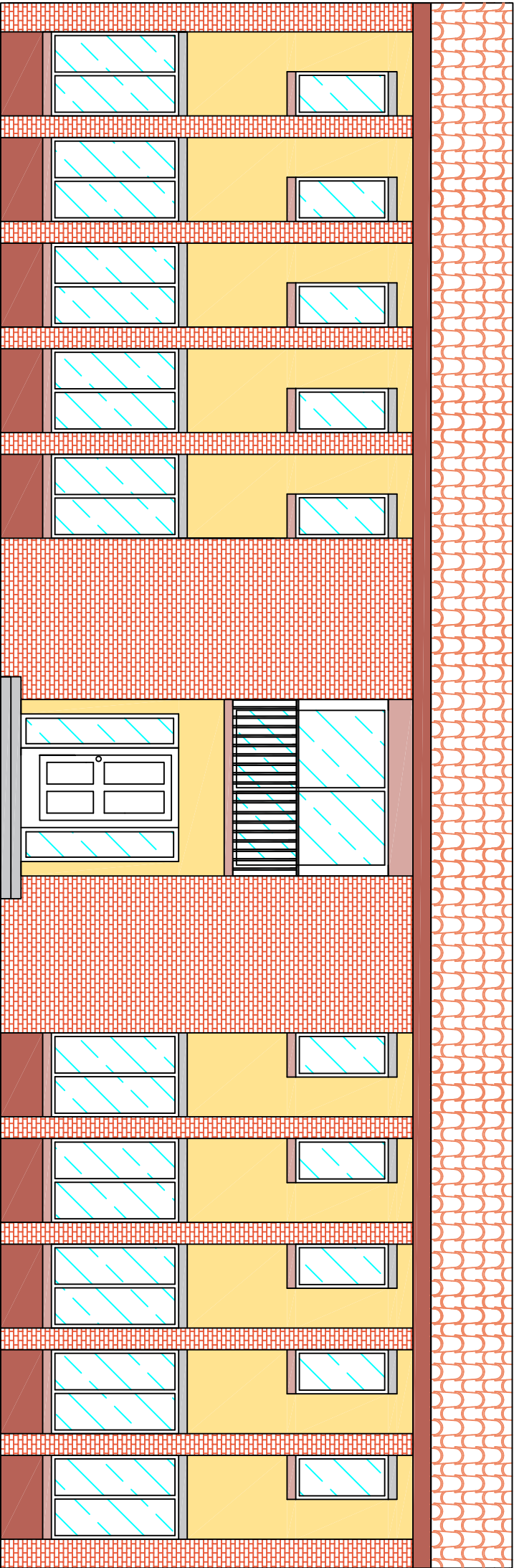
NOM		DATA	PROJECTE
DIBUIXAT	Victor Coll Llovera	7/1/2015	Auditoria energètica d'un edifici aïllat destinat a escola pública de primària i disseny de l'instal·lació de calefacció i ACS amb plaques solars tèrmiques.
COMPROVAT	Ramón Grau Lanau		
ESCALA 1/70	TÍTOL: INSTAL·LACIÓ ACTUAL DE CALEFACCIÓ DE LA PRIMERA PLANTA		Nº PLÀNOL: 8/18



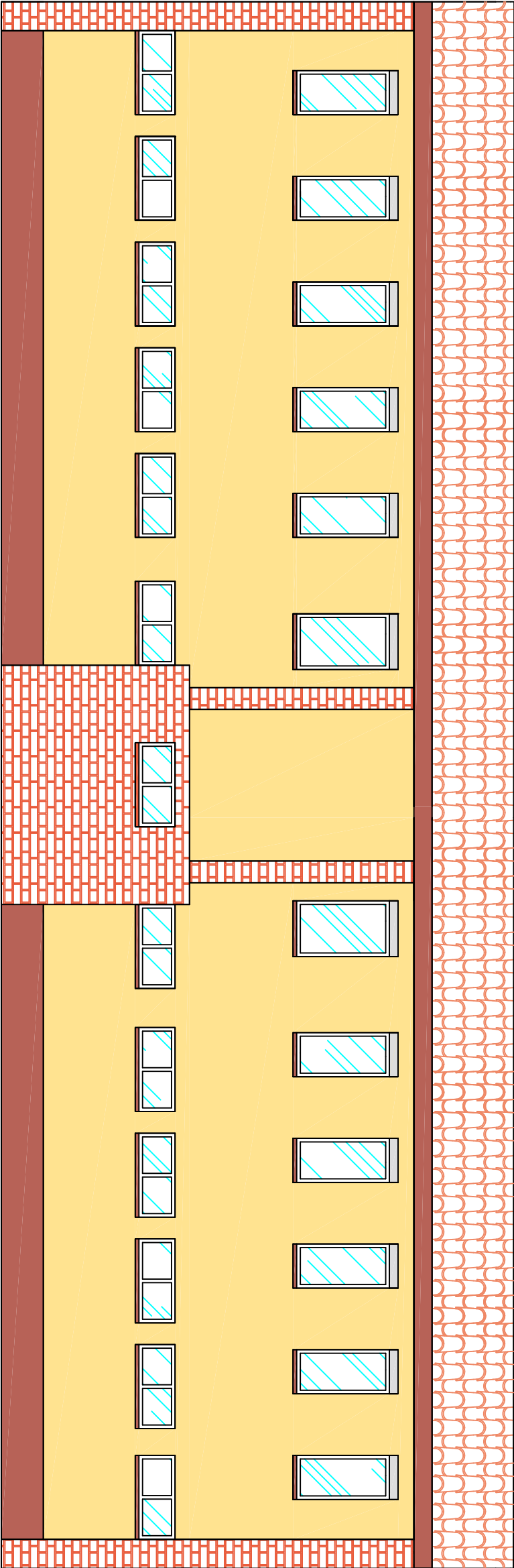
PROJECTE		NOM	DATA
DIBUIXAT	COMPROVAT	Victor Coll Llovera	20/1/2015
COMPROVAT		Ramón Grau Lanau	
ESCALA 1/70	TÍTOL: NOVA INSTAL·LACIÓ DE CALEFACCIÓ DE LA PLANTA BAIXA		Nº PLÀNOL: 9/18



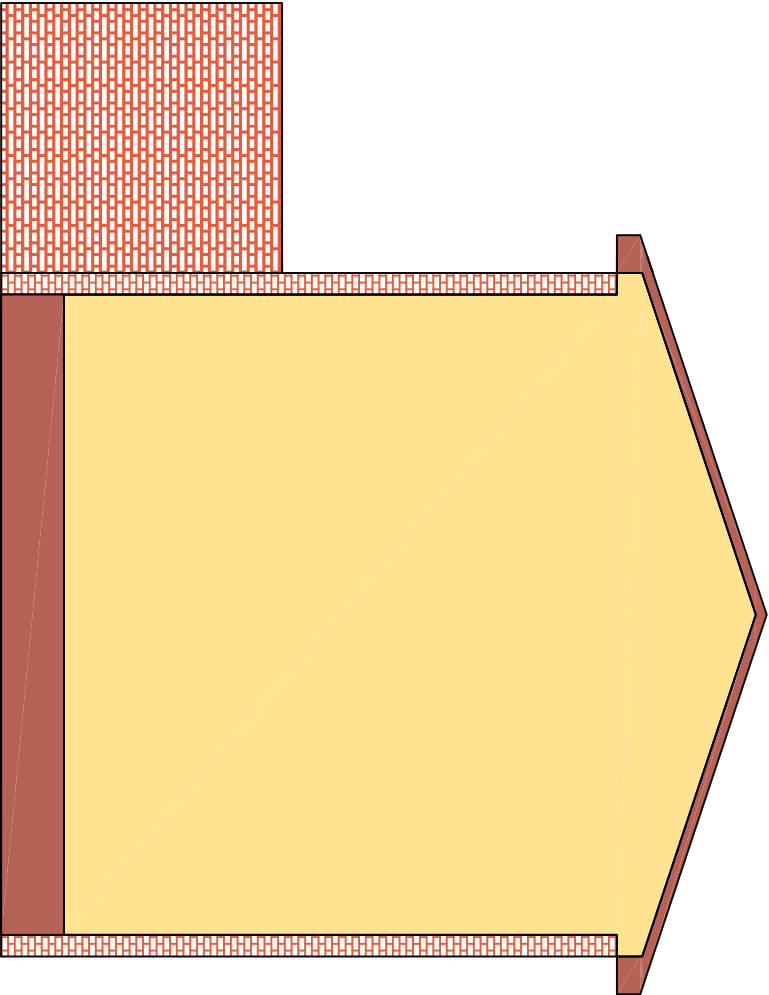
PROJECTE		NOM	DATA
DIBUIXAT	COMPROVAT	Victor Coll Llovera	20/1/2015
COMPROVAT		Ramón Grau Lanau	
ESCALA 1/70	TÍTOL: NOVA INSTAL·LACIÓ DE CALEFACCIÓ DE LA PRIMERA PLANTA		Nº PLÀNOL: 10/18



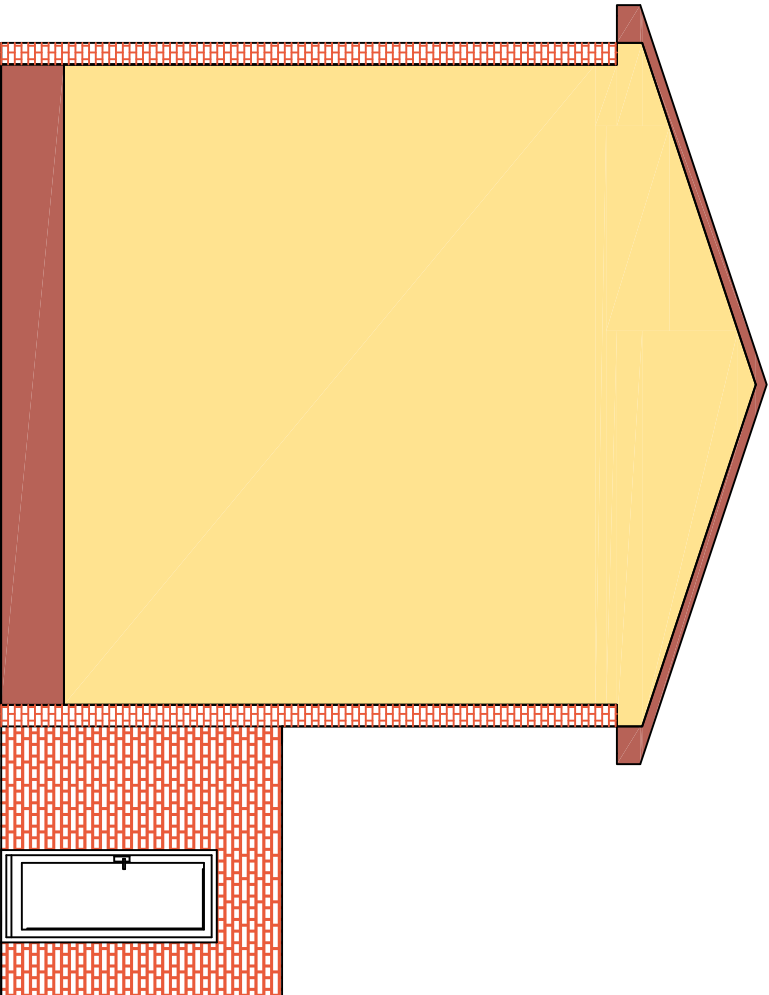
		NOM	DATA	PROJECTE
DIBUIXAT		Victor Coll Llovera	28/12/2014	Auditoria energètica d'un edifici aïllat destinat a escola pública de primària i disseny de l'instal·lació de calefacció i ACS amb plaques solars tèrmiques.
COMPROVAT		Ramón Grau Lanau		
ESCALA 1/75	TÍTOL:	FAÇANA PRINCIPAL		Nº PLÀNOL: 11/18



	NOM	DATA	PROJECTE
DIBUIXAT	Victor Coll Llovera	28/4/2015	Auditoria energètica d'un edifici aïllat destinat a escola pública de primària i disseny de l'instal·lació de calefacció i ACS amb plaques solars tèrmiques.
COMPROVAT	Ramón Grau Lanau		
ESCALA 1/70	TÍTOL:	FAÇANA POSTERIOR	Nº PLÀNOL: 12/18

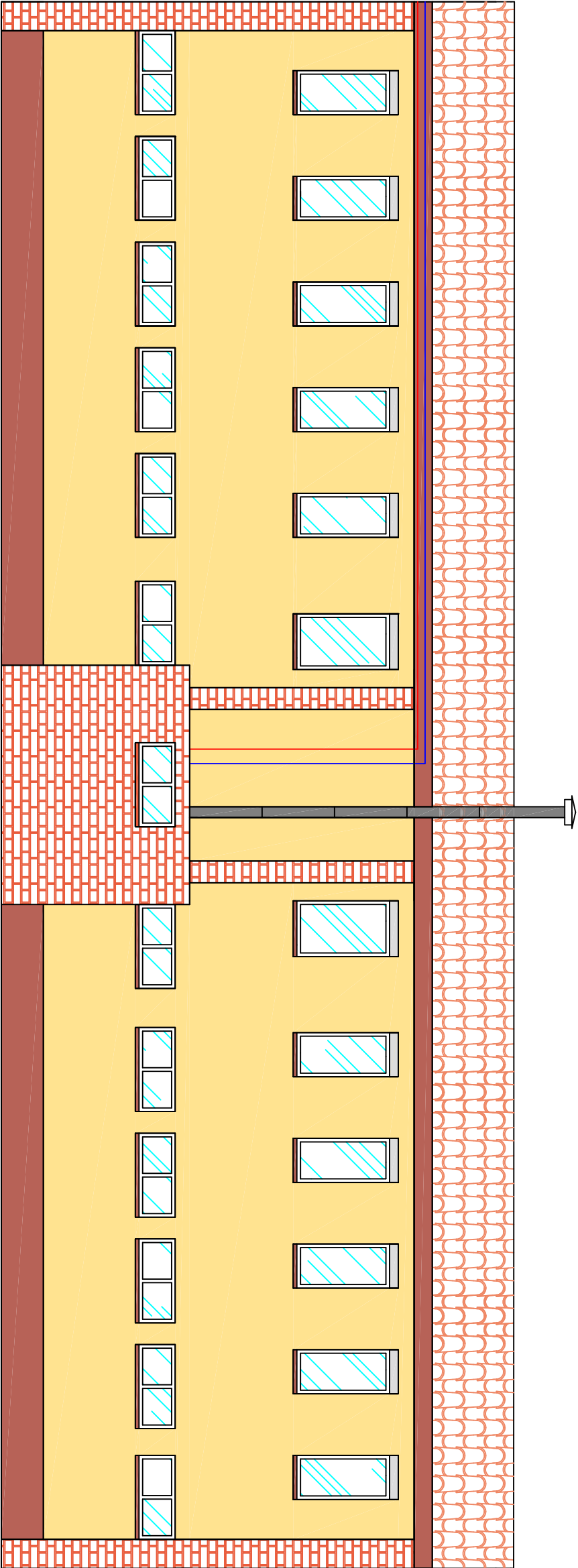


FAÇANA N-O

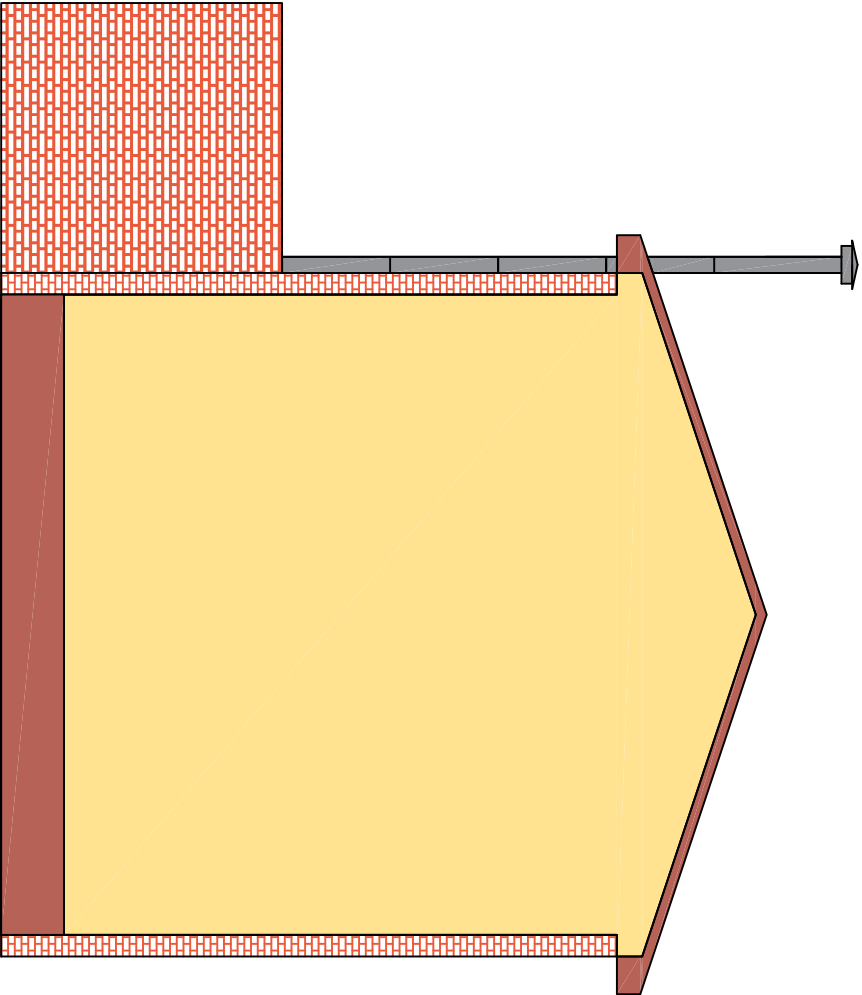


FAÇANA S-E

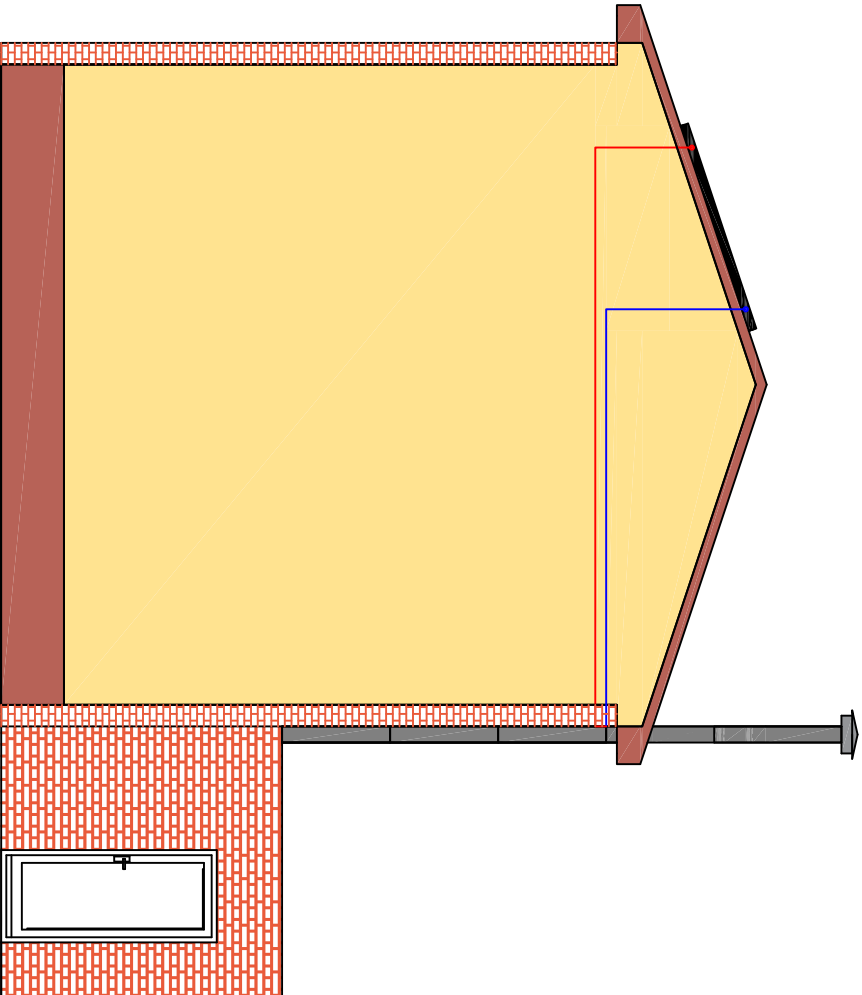
	NOM	DATA	PROJECTE
DIBUIXAT	Victor Coll Llovera	28/4/2015	Auditoria energètica d'un edifici aïllat destinat a escola pública de primària i disseny de l'instal·lació de calefacció i ACS amb plaques solars tèrmiques.
COMPROVAT	Ramón Grau Lanau		
ESCALA 1/70	TÍTOL:	PERFILS FAÇANES	Nº PLÀNOL: 13/18



PROJECTE		NOM	DATA
DIBUIXAT	Auditoria energètica d'un edifici aïllat destinat a escola pública de primària i disseny de l'instal·lació de calefacció i ACS amb plaques solars tèrmiques.		
	28/4/2015		
	Ramón Grau Lanau		
COMPROVAT		ESCALA	
1/70		TÍTOL: FAÇANA POSTERIOR AMB NOVA INSTAL·LACIÓ	
		Nº PLÀNOL: 14/18	



FAÇANA N-O

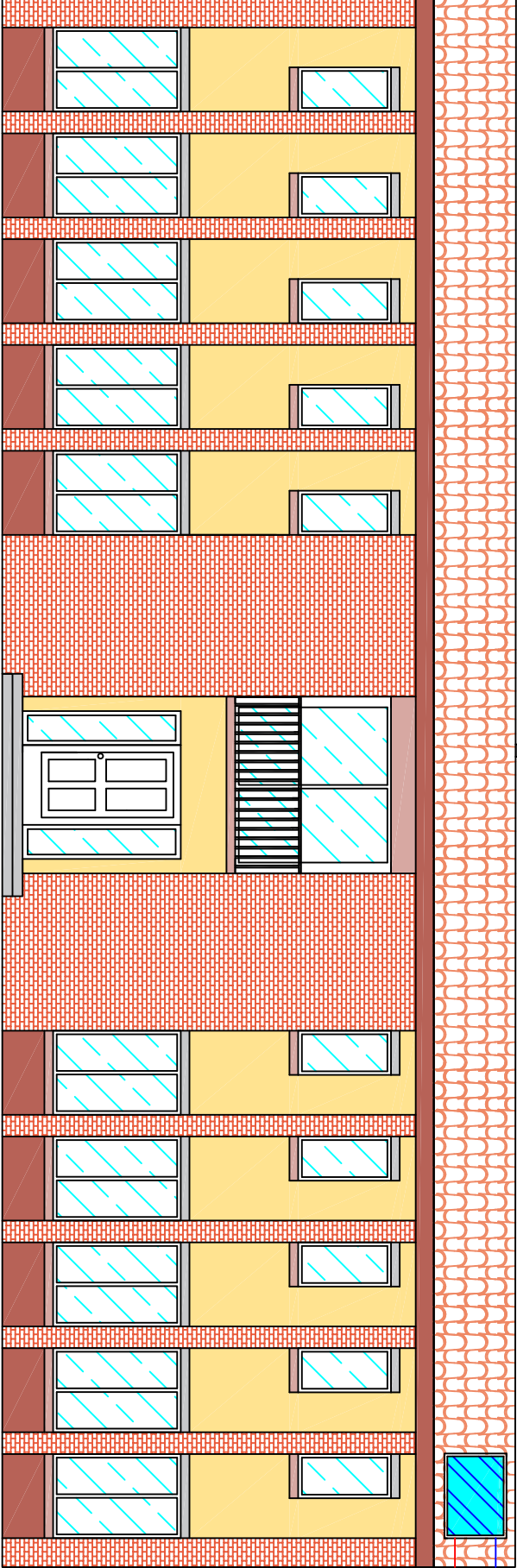


FAÇANA S-E

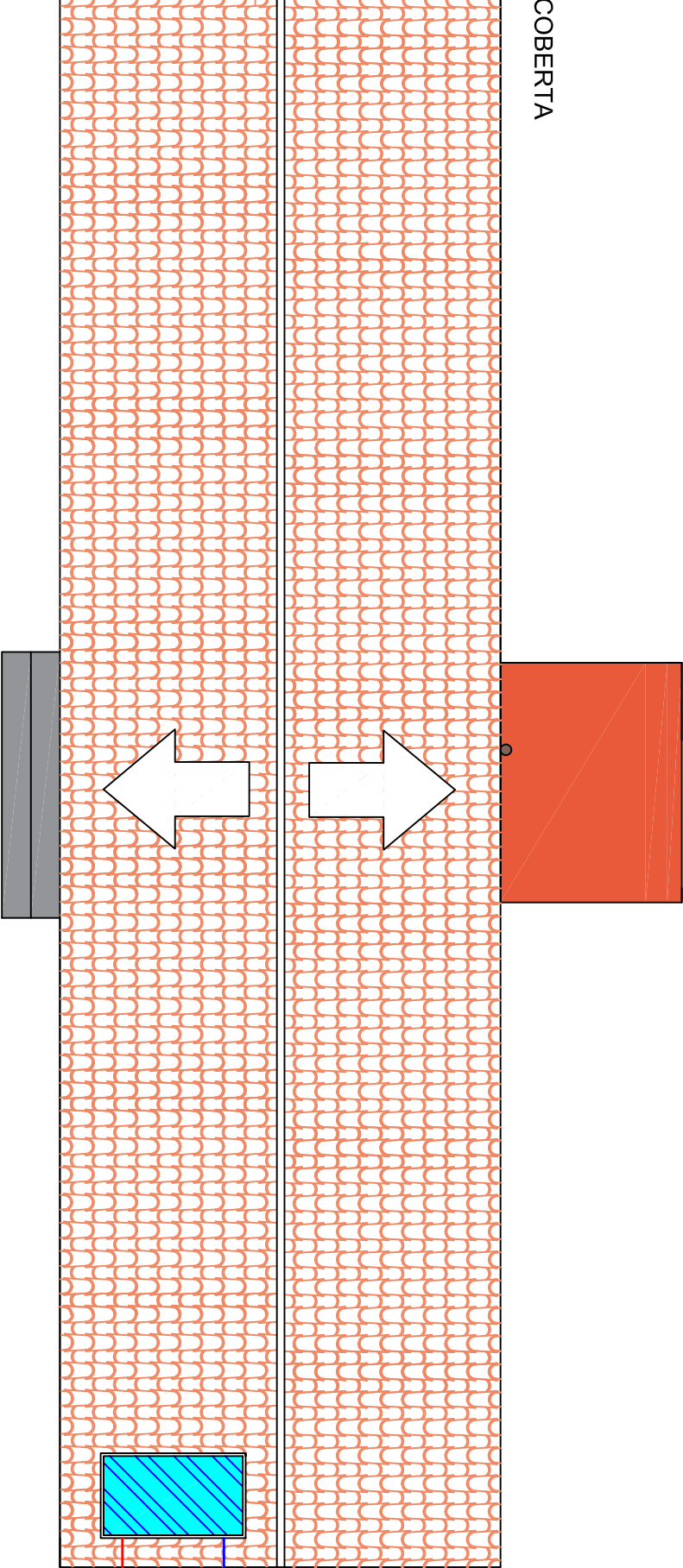
	NOM	DATA	PROJECTE
DIBUIXAT	Víctor Coll Llovera	28/4/2015	Auditoria energètica d'un edifici aïllat destinat a escola pública de primària i disseny de l'instal·lació de calefacció i ACS amb plaques solars tèrmiques.
COMPROVAT	Ramón Grau Lanau		
ESCALA 1/70	TÍTOL: PERFILS FAÇANES AMB NOVA INSTAL·LACIÓ		Nº PLÀNOL: 15/18



FAÇANA PRINCIPAL

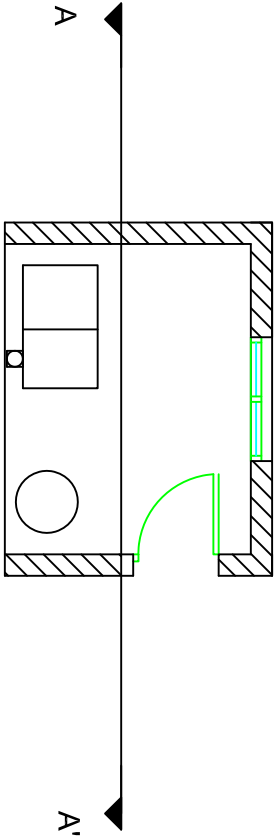
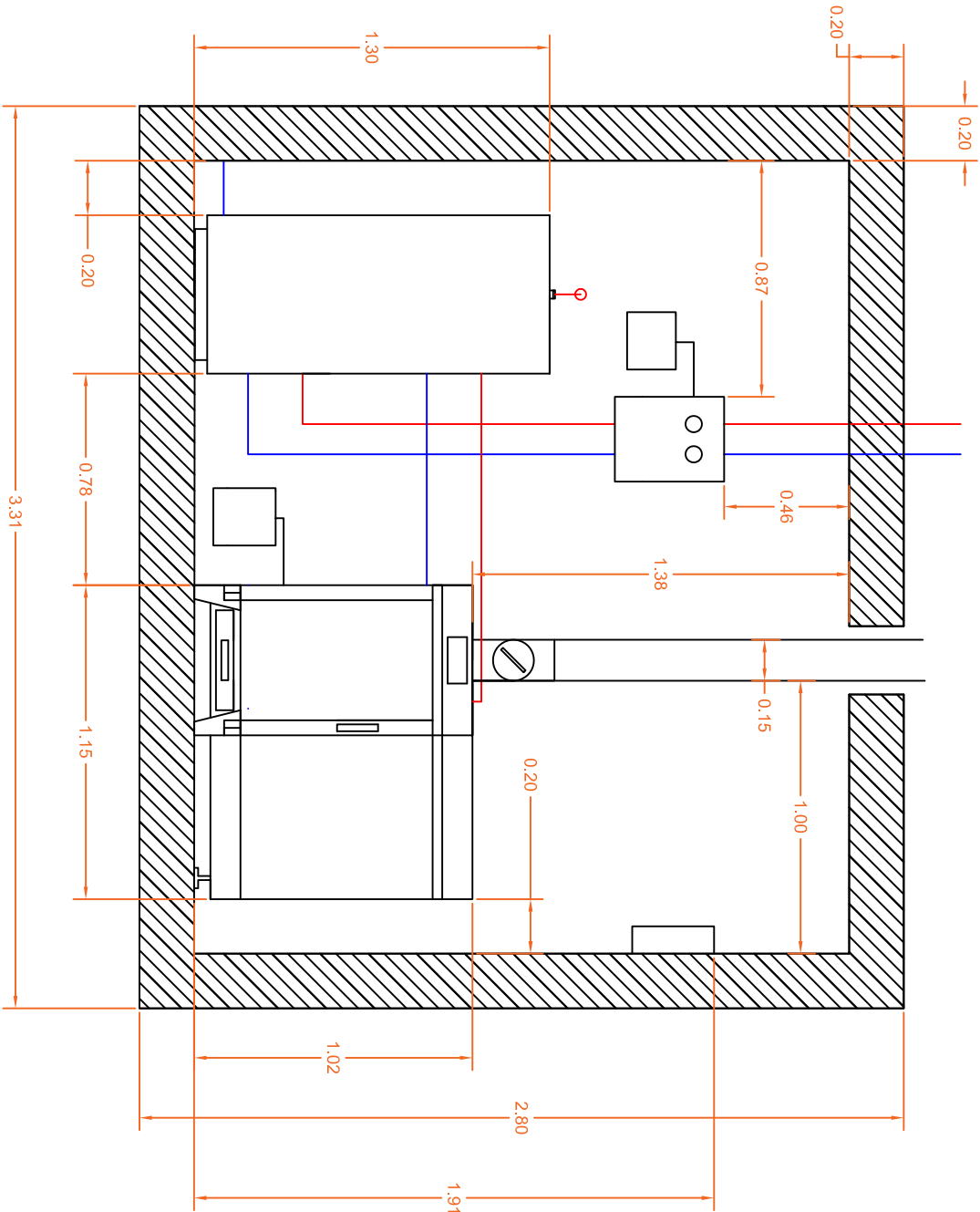
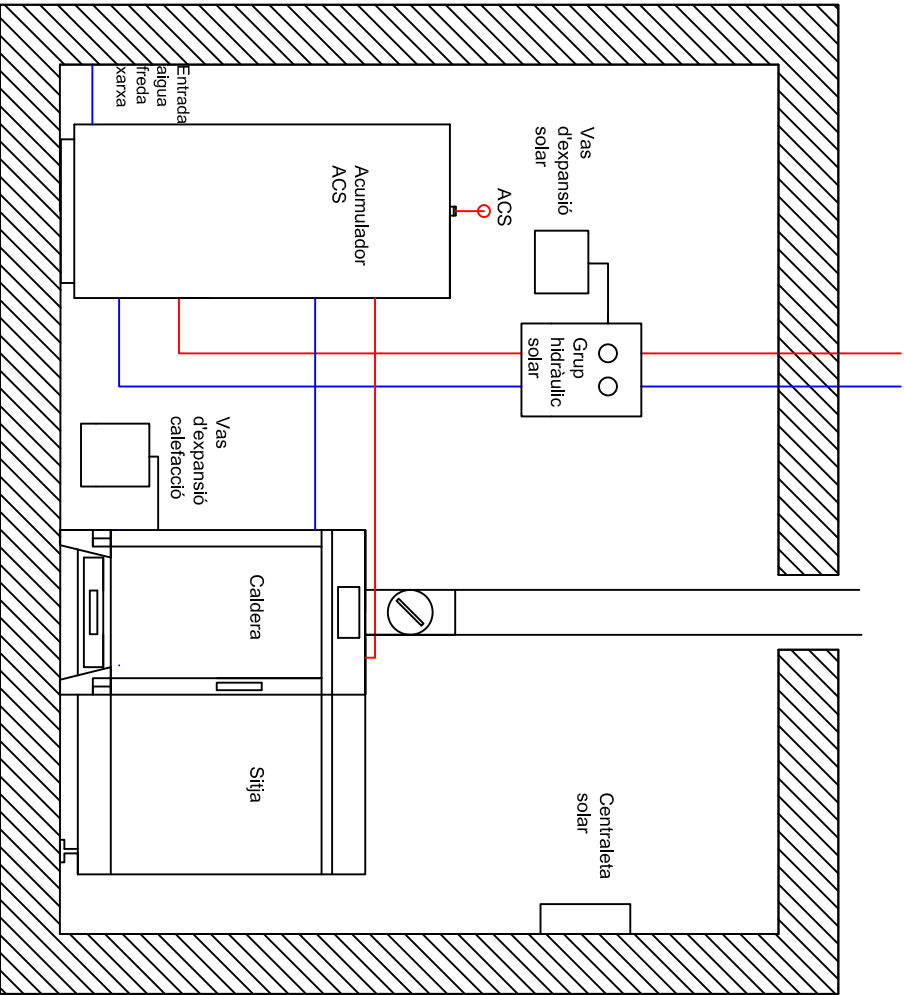


COBERTA

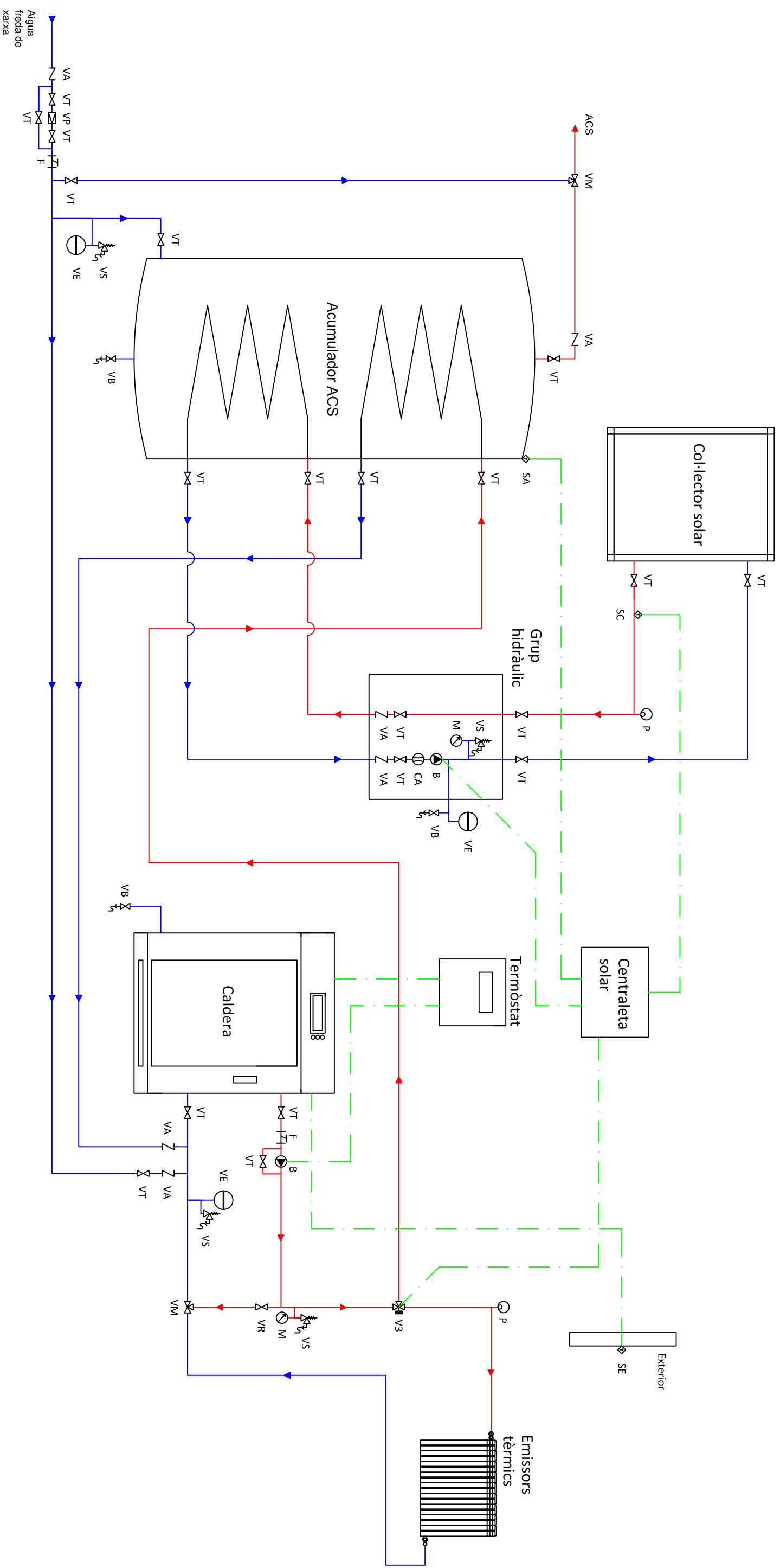


NOM		DATA	PROJECTE
DIBUIXAT	Victor Coll Llovera	28/4/2015	Auditoria energètica d'un edifici aïllat destinat a escola pública de primària i disseny de l'instal·lació de calefacció i ACS amb plaques solars tèrmiques.
COMPROVAT	Ramón Grau Lanau		
ESCALA 1/90	TÍTOL: FAÇANA PRINCIPAL I COBERTA AMB LA NOVA INSTAL·LACIÓ		Nº PLÀNOL: 16/18

# TALL A-A'



	NOM	DATA	PROJECTE
DIBUIXAT	Victor Coll Llovera	28/4/2015	Auditoria energètica d'un edifici aïllat destinat a escola pública de primària i disseny de l'instal·lació de calefacció i ACS amb plaques solars tèrmiques.
COMPROVAT	Ramón Grau Lanau		
ESCALA 1/25	TÍTOL:  SALA DE MÀQUINES	Nº PLÀNOL:  17/18	



LLEGENDA	
	Bomba de circulació
	Vàlvula de tall
	Vàlvula antirètorrn
	Vàlvula de seguretat
	Vàlvula reductora de pressió
	Filtre
	Vàlvula mescladora
	Electrovàlvula de 3 vies

NOM		DATA	PROJECTE
DIBUIXAT	Victor Coll Llovera	24/4/2015	Auditoria energètica d'un edifici aïllat destinat a escola pública de primària i disseny de l'instal·lació de calefacció i ACS amb plaques solars tèrmiques.
COMPROVAT	Ramón Grau Lanau		
ESCALA	TÍTOL:	DIAGRAMA D'ENGINYERIA	
-			



## 4.PLEC DE CONDICIONS



## ÍNDEX PLEC DE CONDICIONS

<b>4. Plec de condicions.....</b>	<b>323</b>
4.1. Normativa .....	323
4.2. Condicions de l'execució de l'obra.....	324
4.2.1. Generalitats .....	324
4.2.2. Control de recepció en l'obra de productes, equips i sistemes .....	324
4.2.3. Control de la documentació dels subministraments .....	324
4.2.4. Control de recepció mitjançant distintius de qualitat.....	325
4.2.5. Control de recepció mitjançant assaigs .....	325
4.2.6. Control d'execució d'obra .....	325
4.3. Muntatge i posta en marxa de l'instal·lació.....	327
4.3.1. L'empresa instal·ladora .....	327
4.3.2. Generalitats .....	327
4.3.3. Operacions anteriors al muntatge .....	328
4.3.4. Canonades i accessoris.....	328
4.3.5. Caldera .....	329
4.3.6. Instal·lació de maquinària .....	330
4.3.7. Emissors.....	331
4.3.8. Bomba de circulació de l'instal·lació de calefacció .....	331
4.3.8.1. Encebat.....	331
4.3.8.2. Arrencada .....	332
4.3.8.3. Aturada.....	332
4.3.9. Vas d'expansió tancat.....	332
4.3.10. Instal·lació solar per ACS .....	332
4.3.11. Grup hidràulic solar .....	333
4.3.12. Proves.....	334
4.3.12.1. Proves hidràuliques .....	334
4.3.12.2. Prova de resistència mecànica .....	334
4.3.12.3. Prova de lliure dilatació .....	334
4.3.13. Consideracions finals.....	335
4.4. Manteniment de l'instal·lació.....	335
4.4.1. Caldera .....	335
4.4.2. Instal·lacions d'aigua .....	336
4.4.2.1. Corrosió .....	337
4.4.2.2. Incrustacions .....	337
4.4.2.3. Cops d'ariet.....	338
4.4.2.4. Estanquitat .....	338
4.4.2.5. Suports i dilatacions .....	338
4.4.2.6. Aïllament tèrmic.....	339



4.4.3.	Valvuleria.....	339
4.4.4.	Emissors.....	340
4.4.5.	Bombes de circulació.....	340
4.4.6.	Sistema solar d'ACS .....	340
4.4.6.1.	Pla de vigilància .....	341
4.4.6.2.	Pla de manteniment.....	341
4.4.7.	Protecció contra el gel i falta de circulació d'aigua.....	343
4.4.8.	Inspecció de l'instal·lació.....	343
4.4.9.	Taula resum de manteniment.....	345
4.5.	<i>Fulls d'especificació .....</i>	<i>346</i>



## 4. Plec de condicions

### 4.1. Normativa

La instal·lació descrita en el present projecte ha de complir les normatives i reglamentacions que s'especifiquen a continuació.

- UNE 157001:2002 *Criterios generales para la elaboración de proyectos.*
- Els Documents Bàsics (DB) en relació al projecte del Codi tècnic de l'Edificació (CTE).
- Reglament d'Instal·lacions Tècniques en els Edificis (RITE) i les seves instruccions tècniques complementàries (ITC).
- Normes UNE referents als materials i dispositius utilitzats.
- Normes UNE referents als càlculs de l'instal·lació de calefacció.
- Normes UNE referents als càlculs de l'instal·lació d'ACS i col·lectors solars.
- Reial Decret 1663/2000 de 29 de setembre, sobre connexió d'instal·lacions fotovoltaïques a la xarxa de baixa tensió.



## **4.2. Condicions de l'execució de l'obra**

### **4.2.1. Generalitats**

1. Les obres de construcció de l'edifici es duran a terme amb sujecció al projecte i les seves modificacions autoritzades pel director d'obra prèvia a la conformitat del promotor, a la legislació aplicable, a les normes de la bona pràctica constructiva i a les instruccions del director d'obra i del director d'execució d'obra.
2. Durant la construcció de l'obra s'elaborarà la documentació reglamentàriament exigible. S'hi ha d'incloure, sense perjudici del que estableixin altres administracions públiques competents, la documentació del control de qualitat realitzat al llarg de l'obra.
3. Quan en el desenvolupament de les obres intervinguin diversos tècnics per dirigir les obres de projectes parcials, ho faran sota la coordinació del director d'obra.
4. Durant la construcció de les obres el director d'obra i el director de l'execució de l'obra realitzaran, segons les seves respectives competències, els controls següents:
  - a) Control de recepció en obra dels productes, equips i sistemes que se subministren a les obres.
  - b) Control d'execució de l'obra.
  - c) Control de l'obra acabada.

### **4.2.2. Control de recepció en l'obra de productes, equips i sistemes**

El control de recepció té per objecte comprovar que les característiques tècniques dels productes, equips i sistemes subministrats satisfan el que exigeix el projecte. Aquest control comprèn:

- a) El control de la documentació dels subministraments
- b) El control mitjançant distintius de qualitat o avaluacions tècniques d'idoneïtat.
- c) El control mitjançant assajos.

### **4.2.3. Control de la documentació dels subministraments**

Els subministradors lliuraran al constructor, qui els facilitarà al director d'execució de l'obra, els documents d'identificació del producte exigits per la normativa d'obligat compliment i, si s'escau, pel projecte o per la direcció facultativa. Aquesta documentació comprendrà, almenys, els següents documents:

1. Els documents d'origen, full de subministrament i etiquetatge.
2. El certificat de garantia del fabricant, signat per persona física.





3. Els documents de conformitat o autoritzacions administratives exigides reglamentàriament, inclosa la documentació corresponent al marcatge CE dels productes de construcció, quan sigui pertinent, d'acord amb les disposicions que siguin transposició de les Directives Europees que afectin als productes subministrats.

#### **4.2.4. Control de recepció mitjançant distintius de qualitat**

1. El subministrador proporcionarà la documentació precisa sobre:
  - a) Els distintius de qualitat que ostentin els productes, equips o sistemes subministrats, que assegurin les característiques tècniques dels mateixos exigides en el projecte.
  - b) Les avaluacions tècniques d'idoneïtat per a l'ús previst de productes, equips i sistemes innovadors i la constància del manteniment de les seves característiques tècniques.
2. El director de l'execució de l'obra verificarà que aquesta documentació és suficient per a l'acceptació dels productes, equips i sistemes emparats per ella.

#### **4.2.5. Control de recepció mitjançant assaigs**

1. Per verificar el compliment de les exigències bàsiques del CTE pot ser necessari, en determinats casos, realitzar assaigs i proves sobre alguns productes, segons l'establert en la reglamentació vigent, o bé segons el que especifica el projecte o ordenats per la direcció facultativa.
2. La realització d'aquest control s'efectuarà d'acord amb els criteris establerts en el projecte o indicats per la direcció facultativa sobre el mostreig del producte, els assajos a realitzar, els criteris d'acceptació i rebuig i les accions a adoptar.

#### **4.2.6. Control d'execució d'obra**

1. Durant la construcció, el director de l'execució de l'obra controlarà l'execució de cada unitat d'obra verificant el seu replanteig, els materials que s'utilitzin, la correcta execució i disposició dels elements constructius i de les instal·lacions, així com les verificacions i altres controls a realitzar per a comprovar la seva conformitat amb l'indicat en el projecte, la legislació aplicable, les normes de bona pràctica constructiva i les instruccions de la direcció facultativa. A la recepció de l'obra executada poden tenir-se en compte les certificacions de conformitat que ostentin els agents que hi intervenen, així com les verificacions que, si s'escau, realitzin les entitats de control de qualitat de l'edificació.



2. Es comprovarà que s'han adoptat les mesures necessàries per assegurar la compatibilitat entre els diferents productes, elements i sistemes constructius.
3. En el control d'execució de l'obra s'adoptaran els mètodes i procediments que es contemplin en les avaluacions tècniques d'idoneïtat per a l'ús previst de productes, equips i sistemes innovadors.



## **4.3. Muntatge i posta en marxa de l'instal·lació**

### **4.3.1. L'empresa instal·ladora**

En el capítol VIII del RITE es defineix l'empresa instal·ladora i l'empresa mantenidora com:

- Empresa instal·ladora d'instal·lacions tèrmiques en edificis és la persona física o jurídica que realitza el muntatge i reparació de les instal·lacions tèrmiques.
- Empresa mantenidora d'instal·lacions tèrmiques en edificis és la persona física o jurídica que realitza el manteniment i la reparació de les instal·lacions tèrmiques.

L'empresa instal·ladora seguirà estrictament els criteris exposats en els documents del projecte d'instal·lació i haurà d'efectuar els dibuixos detallats dels equips, aparells etc., que indiquin clarament dimensions, espais lliures, situació de les connexions, pes i quanta altra informació sigui necessària per la seva correcta avaluació.

Executarà correctament totes les operacions tècniques exigides tant per la legislació vigent com per les característiques pròpies dels equips de calefacció i ACS.

L'empresa recolzarà els treballs realitzats oferint la garantia corresponent.

Els plànols i esquemes de detall podran ser substituïts per follets o catàlegs dels fabricants de l'equip o aparell.

L'empresa instal·ladora anirà emmagatzemant en un lloc establert per endavant tots els materials necessaris per executar l'obra, de forma escalonada segons necessitats.

Abans de començar els treballs de muntatge l'empresa instal·ladora haurà d'efectuar el replanteig de tots i cadascun dels elements de la instal·lació. El replanteig haurà de contar amb l'aprovació del director de la instal·lació.

La empresa instal·ladora haurà de cooperar plenament amb els altres contractistes, entregant tota la documentació necessària a fi de que els treballs transcorrin sense interferències ni retràs.

### **4.3.2. Generalitats**

Els materials vindran de fàbrica convenientment embalats amb l'objecte de protegir-los contra els elements climatològics, cops i mals tractes durant el transport, així com durant la seva permanència en un lloc d'emmanegament.

Els embalatges de components pesats o voluminosos disposaran dels convenients reforços de protecció i elements per enganxar que facilitin les operacions de càrrega i descàrrega, amb la



deguda seguretat i correcció. Externament l'embalatge i en un lloc visible es col·locaran etiquetes que indicaran inequívocament el material contingut en el seu interior.

A l'arribada a l'obra es comprovarà que les característiques tècniques de tots els materials corresponguin amb les especificades en el projecte.

#### **4.3.3. Operacions anteriors al muntatge**

Durant l'emmagatzament en l'obra s'hauran de protegir tots els materials de desperfectes i danys, així com de l'humitat.

Si algunes de les superfícies a instal·lar poden patir oxidació, aquestes s'hauran de recobrir amb pintura antioxidant, grasses o olis que hauran de ser eliminats en el moment de l'acoblament.

Es tindrà especial compte amb els materials fràgils, materials aïllants, aparells de control, etc.

#### **4.3.4. Canonades i accessoris**

Abans del muntatge, s'ha de comprovar que les canonades no estiguin trencades, aixafades o amb malformacions ja siguin produïdes en el transport o de fàbrica.

Les canonades s'instal·laran de manera ordenada, disposant-les, sempre que sigui possible, paral·leles als elements estructurals de l'edifici.

La alineació de les canalitzacions en unions, canvis de secció o derivacions es realitzaran sense forçar les canonades, utilitzant els corresponents accessoris o peces especials.

Les connexions dels equips o aparells a les canonades es realitzaran de manera que entre la canonada i l'equip no es transmeti cap esforç, degut al propi pes i vibracions.

Aquestes connexions han de ser fàcilment desmuntables a fi de facilitar l'accés a l'equip en cas de reparació o substitució.

Abans d'efectuar una unió es repassaran i netejaran els extrems de les canonades per eliminar les impureses que s'haurien format al talla'ls o qualsevol altra impuresa que es podria haver dipositat a l'interior, utilitzant productes recomanats pel fabricant.

La col·locació de la xarxa de distribució del fluid caloportador es farà de manera que s'eviti la formació de bosses d'aire.



En els trams horitzontals les canonades tindran un pendent ascendent fins al purgador més proper i preferentment en el sentit de circulació del fluid. El valor de la pendent serà igual a 1% com a mínim.

L'ompliment de l'instal·lació de calefacció s'efectua introduint aigua pels punts més baixos, de manera que aquesta ascendeixi, vagi desplaçant l'aire contingut cap a dalt de l'instal·lació. L'instal·lació de calefacció tindrà muntats purgadors en els punts més alts on existeixi possibilitat de que es formin bosses d'aire per acumulació, poden arribar a tallar la circulació del fluid. La prova d'estanquitat requerirà el tancament de tots els terminals oberts.

L'ús de productes detergents no es permetrà en les xarxes de canonades destinades a la distribució d'aigua per a usos sanitaris.

L'ompliment s'ha d'aturar en el moment en que s'arribi a la pressió prevista en fred.

Després de tancar tots els purgadors manuals i comprovar el funcionament dels automàtics, es procedeix a la posta de l'instal·lació a la seva temperatura de règim, comprovant que s'ha arribat en ell vas d'expansió tancat a una pressió igual o inferior a la prevista en calent. Assolida la temperatura de règim, es parará l'instal·lació per a facilitar el despreniment d'aire dissolt en l'aigua calenta, comprovant al mateix temps que no existeixen fugues d'aigua o deformacions.

Després d'uns dies de funcionament normal de l'instal·lació s'ha de procedir a la neteja dels filtres, doncs com ja s'ha indicat, poden existir impureses en les canonades que es dipositen en els filtres i poden produir alteracions de les pèrdues de càrrega del sistema.

Ahora es comprovarà si existeixen sorolls en la bomba de circulació, provocats per l'aire que es desprèn de l'instal·lació.

En el cas de que durant el funcionament normal de l'instal·lació es detecti que aquesta està desequilibrada es procedirà al seu equilibrat a base de mesurar la temperatura de diferents locals i actuar sobre les vàlvules de es unitats terminals.

Es mesurarà el pH de l'aigua del circuit, si aquest és menor a 7,5 es repetirà l'operació de neteja tantes vegades com sigui necessari.

La prova d'estanquitat descrita en el muntatge i posta en marxa de la xarxa de canonades de l'instal·lació compleix amb el IT-2.2.2 del RITE referent a les proves d'estanquitat de les xarxes de canonades d'aigua.

#### **4.3.5. Caldera**

Abans de posar en marxa la caldera s'ha de realitzar una inspecció visual de l'interior, comprovant que no hi ha objectes estranys ni residus. En particular s'inspeccionarà la cambra de combustió.



S'han d'accionar tots els òrgans que constitueixen el sistema de tir de la caldera, així com els components del sistema de comandament, regulació control, seguretat i alarma, per a comprovar que es troben en perfecte estat de funcionament, a més de comprovar totes les vàlvules del sistema (impulsió, retorn, purga, drenatge...) amb objecte de detectar si existeix alguna en males condicions.

Abans de procedir a la posada en funcionament, també es revisaran els següents punts:

- Que la caldera estigui connectada elèctricament a la xarxa.
- Que l'instal·lació estigui omplerta d'aigua (a una pressió entre 1 bar i 1,5 bars)
- Comprovar la correcta instal·lació de la xemeneia.
- Comprovar que estan obertes les claus de anada i tornada de l'instal·lació.
- Totes les tapes de registre i portes de la caldera tancades.

Un cop verificats els punts anteriors, s'haurà de encendre la pantalla de control, al pulsar la tecla ON /OFF la caldera començarà a realitzar un cicle d'encès automàtic de 1 minut, s'hauran de dur a terme uns quants cicles d'arrencada per a que el combustible arribi al cremador. El procés pot durar entre 10 i 15 minuts.

Un cop en funcionament, s'ha de dur a terme una inspecció visual per a confirmar el seu correcte funcionament.

Segons el IT 1.2.4.1.2.1 del RITE, determina que en els casos on els generadors de calor utilitzin biomassa, el rendiment mínim instantani exigít serà del 80% en plena càrrega, en excepció d'estufes on el rendiment mínim serà del 65%.

#### **4.3.6. Instal·lació de maquinària**

Segons el IT 1.3.4.1.2. del RITE es considera sala de màquines al local tècnic on s'allotgen els equips de producció de fred o calor i altres equips auxiliars i accessoris de la instal·lació tèrmica, amb potència superior a 70 kW. Els locals annexos a la sala de màquines que comuniquin amb la resta de l'edifici o amb l'exterior a través de la mateixa sala es consideren part de la mateixa.

No tenen consideració de sala de màquines els locals en què se situïn generadors de calor amb potència tèrmica nominal inferior o igual a 70 kW o els equips autònoms de climatització de qualsevol potència, tant en generació de calor com de fred, per a tractament d'aire o aigua, preparats en fàbrica per instal·lar en exteriors.

De manera que la sala de caldera que alberga el generador en el present projecte, no estarà sotmès als punts especificats en el IT 1.3.4.1.2. del RITE al no considerar-se sala de màquines.

De totes formes, la maquinària haurà de ser accessible en totes les seves parts per poder realitzar-se de manera adequada i sense risc les operacions de manteniment i vigilància.



S'hauran de seguir les instruccions que per a l'instal·lació de tots els equips determina el fabricant, a més dintre del possible s'hauran de deixar els passos i accessos lliures per a permetre el moviment dels equips.

Es cuidarà en particular l'accessibilitat de la connexió entre la caldera i la xemeneia.

#### **4.3.7. Emissors**

Segons recomana el fabricant BAXIROCA, l'instal·lació de radiadors d'alumini JET han de tenir les següents precaucions que, de no complir-se simultàniament, inhabiliten la garantia.

- Col·locar sempre en cada radiador un purgador automàtic.
- Tractar l'aigua de l'instal·lació per a mantenir el pH entre 5 i 8.
- Evitar que el radiador un cop instal·lat quedi completament aïllat de l'instal·lació, impedit que la clau i el detentor quedin tancats simultàniament en algun moment.

Es recomana dur a terme una prova hidràulica per a provar els radiadors després de l'instal·lació a una pressió de 1,3 vegades la que hauran de suportar.

Abans de procedir a l'unió de l'unitat del terminal a la xarxa, s'ha de realitzar una neteja a fons i posar atenció a la seva connexió, doncs les impureses metàl·liques, procedents de les rosques de les vàlvules poden produir aparicions de fugues d'aigua.

#### **4.3.8. Bomba de circulació de l'instal·lació de calefacció**

Durant el funcionament de la bomba no ha d'haver infiltracions d'aire ja que podrien presentar greus averies.

La posta en marxa consisteix en tres operacions: Encebat, arrencada i aturada.

##### **4.3.8.1. Encebat**

S'ha de tancar la vàlvula d'impulsió, emplenar la canonada i la bomba mitjançant una font d'alimentació externa del fluid, connectada a l'orifici de encebat i afluixant el tap de purga comunicant les canonades d'impulsió i aspiració per un by-pass, quan la canonada d'impulsió estigui carregada.

Durant aquesta operació és convenient girar manualment l'eix de la bomba alguns cops amb l'objectiu d'eliminar possibles bombolles en l'interior del cos de la bomba. En cap cas la canonada d'aspiració ha d'estar sotmesa a pressions excessives.

Una vegada finalitzada l'operació d'encebat, s'ha de comprovar que no existeixen figues.



Cal purgar la bomba mitjançant el cargol de purga i parar compte en no fer funcionar la bomba en sec per tal de no malmetre el tancament mecànic.

#### **4.3.8.2. Arrencada**

S'ha de comprovar que el connexionat és el correcte i el correcte sentit de gir del motor. Obrir la vàlvula de comporta d'aspiració i la vàlvula de descàrrega d'impulsió ha de romandre tancada i es posarà en funcionament. En el moment que assoleixi la velocitat de gir normal, s'obra lentament la vàlvula de descàrrega de la bomba fins obtenir la pressió o el cabal requerit. Si s'obra la vàlvula massa ràpid pot sobrecarregar el motor. S'ha d'evitar un funcionament prolongat de la bomba amb la vàlvula de descàrrega tancada ja que pot produir fricció.

Per tal d'evitar sorolls i possibles danys de la bomba degut a la cavitació, s'ha de tenir a la l'entrada de la bomba una pressió mínima d'aspiració. Aquesta pressió depèn de la situació de treball, així com el punt de treball de la bomba.

#### **4.3.8.3. Aturada**

Tancar la vàlvula de descàrrega de la canonada, parar el motor segons les instruccions del fabricant i tancar el subministrament d'aigua.

#### **4.3.9. Vas d'expansió tancat**

S'ha de comprovar, a bomba aturada, que la pressió mínima (temperatura menor), sigui igual al menys a l'altura del punt més alt de l'instal·lació sumat a un marge de seguretat a fi d'evitar que qualsevol punt del circuit es pugui quedar a una pressió inferior a la atmosfèrica. S'ha de comprovar també, quan l'aigua estigui a la màxima temperatura, la pressió màxima que assoleix és menor a la màxima pressió de funcionament.

#### **4.3.10. Instal·lació solar per ACS**

Primer es comprova l'estanquitat dels col·lectors, per a evitar problemes de connexions defectuoses o possibles porus. Aquesta prova es farà a alta pressió, propera a la màxima de l'instal·lació.

Es connecten tots els elements del circuit primari i es procedeix a l'ompliment de l'instal·lació, és recomanable primer fer una neteja amb aigua per eliminar impureses que estiguin a l'interior de l'instal·lació, és important que aquesta primera prova es faci amb escassa radiació solar, ja que al estar la bomba de circulació aturada, el fluid pot arribar a temperatures massa





altes. Un cop s'hagi verificat que la instal·lació no presenta problemes, s'omplirà amb el fluid especificat a la memòria, la mescla d'aigua i propilenglicol.

La pressió i cabal són els últims paràmetres que s'han de controlar, per regular la pressió final de l'instal·lació, s'obrirà la vàlvula de buidat per aconseguir aquesta pressió. El cabal s'ajustarà entre el rang permès del fabricant i seguint lo estipulat en la memòria, aquest ajust es farà regulant la vàlvula de tall fins aconseguir el valor desitjat.

#### **4.3.11. Grup hidràulic solar**

El grup hidràulic s'ha de fixar a la paret realitzant forats a la paret per els tacs amb les distàncies indicades al full d'especificació corresponent a l'element. Posteriorment s'ha de col·locar la placa de fixació a la posició adequada introduint els cargols en els forats.

Per l'ompliment de l'instal·lació:

1. Obrir els purgadors automàtics situats en els col·lectors solars.
2. Deshabilitar els antiretorns de les vàlvules de bola girant la maneta 45°.
3. Anar omplint la instal·lació amb la barreja aigua / glycol des de l'aixeta d'ompliment més baix del circuit. En cas que no hi hagi cap altre aixeta a més dels integrats en el grup hidràulic utilitzar el del cabalímetre.
4. Tancar les vàlvules dels purgadors automàtics d'aire.

És convenient tenir la bomba en marxa durant almenys 1/2 h per completar la purga abans d'aïllar els purgadors.

Per la regulació del cabal:

1. Comprovar el cabal nominal recomanat pel fabricant de panells (valor aproximat 1 l / min i m<sup>2</sup>).
2. Obrir totalment totes les vàlvules del circuit.
3. Posar en marxa la bomba a la "velocitat 1" i comprovar si el cabal indicat en el cabalímetre és superior o inferior al necessari:
  - a. Si és inferior → augmentar la velocitat de la bomba i tornar a comprovar (pas 3).
  - b. Si és superior → calibrar el cabal des del regulador utilitzant un tornavís. Ajustar el pas fins que el cabalímetre indiqui el cabal necessari.



#### **4.3.12. Proves**

##### **4.3.12.1. Proves hidràuliques**

A més de les proves parcials que s'hagin sotmès les parts de l'instal·lació al llarg del muntatge, tots els equips i canonades s'hauran de sotmetre a una pressió inferior de prova, en fred, equivalents a vegada i mitja la del treball, amb un mínim de 400 kPa i una duració no inferior a 24 hores.

Posteriorment es realitzaran proves de circulació d'aigua en els circuits, amb els equips de bombeig en funcionament, es comprovarà la neteja dels filtres d'aigua i s'efectuarà mesures de pressions.

Per últim es realitzarà la comprovació d'estanquitat del circuit amb el fluid a temperatura de regim.

##### **4.3.12.2. Prova de resistència mecànica**

Un cop omplerta la xarxa amb el fluid de prova se sotmetrà a les unions a un esforç per l'aplicació de la pressió de prova. En el cas de circuits tancats d'aigua calenta fins a una temperatura màxima de servei de 1000 C, la pressió de prova serà equivalent a una vegada i mitja la pressió màxima efectiva de treball a la temperatura de servei, amb un màxim de 6 bar; per circuits d'aigua calenta sanitària, la pressió de prova és equivalent a dues vegades la pressió màxima efectiva de treball a la temperatura de servei, amb un mínim de 6 bar.

Per als circuits primaris de les instal·lacions d'energia solar, la pressió de la prova serà la d'una vegada i mitja la pressió màxima de treball del circuit primari, amb un mínim de 3 bar, comprovant el funcionament de les línies de seguretat.

Els equips, aparells i accessoris que no suporten aquestes pressions queden exclosos de la prova.

La prova hidràulica de resistència mecànica ha de durar prou per verificar visualment la resistència estructural dels equips i canonades sotmesos a aquesta.

##### **4.3.12.3. Prova de lliure dilatació**

Tal com especifica el IT 2.2.4 del RITE, un cop les proves anteriors hagin sigut satisfactòries, es deixarà refredar bruscament l'instal·lació fins a una temperatura de 60°C de sortida de caldera mantenint les bombes en funcionament i anul·lant la regulació. A continuació es tornarà a escalfar fins la temperatura de règim.



Durant la prova es comprovarà visualment que no apareixen deformacions apreciables en cap element o tram de canonada i que el sistema d'expansió funciona correctament.

#### **4.3.13. Consideracions finals**

Els elements de mesura, control i protecció s'han d'instal·lar en llocs visibles i fàcilment accessibles, sense necessitat de desmuntar cap part de l'instal·lació. Els equips que necessitin operacions periòdiques de manteniment s'han de situar en llocs on permetin la plena accessibilitat de totes les seves parts, atenint-se als requeriments mínims més exigents entre els marcats per la reglamentació vigent i recomanacions del fabricant.

Les conduccions de l'instal·lació han d'estar senyalitzades superficialment d'acord amb l'indicat en la norma UNE 100100:2000.

### **4.4. Manteniment de l'instal·lació**

#### **4.4.1. Caldera**

El manteniment d'una caldera consisteix en que es trobi en tot moment en perfectes condicions de treball, però no sols de la caldera, sinó també de tots els òrgans de control, seguretat i alarma.

El manteniment comença amb una bona neteja de l'exterior de la caldera i dels seus elements auxiliars, on les seves superfícies s'han de mantenir de forma continua exemptes d'humitats, grasses i qualsevol tipus de impuresa.

Quan durant el funcionament normal de la caldera, es dispara una vàlvula de seguretat, s'ha de comprovar que la pressió indicada pel manòmetre és conforme amb la de actuació de la vàlvula.

Segons el programa de manteniment preventiu del RITE (IT 3.3), per instal·lacions de potència útil nominal menor o igual a 70 kW, quan no existeixi el "Manual d'ús i manteniment" les instal·lacions es mantindran d'acord amb el criteri professional de l'empresa mantenidora.

Segons el programa de gestió energètica del RITE (IT 3.4), l'empresa mantenidora realitzarà una anàlisi i avaluació periòdica del rendiment dels equips generadors de calor en funció de la seva potència tèrmica nominal instal·lada, mesurant i registrant els valors, d'acord amb les operacions i periodicitats indicades a la Taula 4.1.



Medidas de generadores de calor	Periodicidad		
	20kW < P ≤ 70kW	70kW < P < 1000kW	P > 1000kW
1. Temperatura o presión del fluido portador en entrada y salida del generador de calor	2a	3m	m
2. Temperatura ambiente del local o sala de máquinas	2a	3m	m
3. Temperatura de los gases de combustión	2a	3m	m
4. Contenido de CO y CO <sub>2</sub> en los productos de combustión	2a	3m	m
5. Índice de opacidad de los humos en combustibles sólidos o líquidos y de contenido de partículas sólidas en combustibles sólidos	2a	3m	m
6. Tiro en la caja de humos de la caldera	2a	3m	m

m: una vez al mes; 3m: cada tres meses, la primera al inicio de la temporada; 2a: cada dos años.

**Taula 4.1. Mesures de generadors de calor i la seva periodicitat.**

#### **4.4.2. Instal·lacions d'aigua**

Anualment s'ha de realitzar una revisió general dels trams de l'instal·lació visibles, comprovant el seu estat, que no existeixin fugues, que no ha set arrencat cap suport, així com la verificació i ajust de tots els termòstats d'ambient, comprovant el seu funcionament i corregint la temperatura de consigna.

S'ha de revisar la bomba verificant el correcte funcionament, que s'han de desarmar i realitzar neteja a fons.

Es durà a terme un control anual de qualitat de l'aigua.

En l'instal·lació de calefacció s'han de netejar mensualment dels filtres d'aigua, comprovant que funcionen correctament totes les vàlvules del circuit i que no es troben engarrotats. També que els desaigües no es trobin obstruïts. S'inspeccionaran visualment totes les juntes, ràncords, vàlvules i el dipòsit d'acumulació, comprovant que no existeixen fugues.

El bon funcionament d'una xarxa de canonades pot ser afectat pels següents factors:

- Corrosió
- Incrustacions
- Cops d'ariet
- Estanquitat
- Suports
- Dilatacions
- Aïllament tèrmic



#### **4.4.2.1. Corrosió**

Representa el major problema de manteniment d'una xarxa de canonades quan aquestes estan construïdes amb materials metàl·lics. La corrosió interior està motivada fonamentalment per l'oxigen dissolt en l'aigua però en circuits tancats, la corrosió es para ràpidament ja que l'oxigen es consumeix ràpidament i existeixen poques infiltracions d'oxigen nou en el circuit, solament per pèrdues d'aigua a través de les unions, purgues o fuites. Aquesta corrosió es pot controlar aplicant les operacions següents:

- Escollint materials adequats
- Aplicant sistemes de protecció actius i passius
- Eliminant l'oxigen dissolt a l'aigua
- Aplicant inhibidors de la corrosió de l'aigua
- Aplicant productes per a controlar el pH de l'aigua

La corrosió exterior pot ser gran si existeixen condensacions a la superfície exterior de la canonada i està sotmesa a atmosferes agressives. En qualsevol cas, tota canonada exposada a condensacions, ha de ser aïllada tèrmicament.

#### **4.4.2.2. Incrustacions**

Si les pèrdues d'aigua en una instal·lació són importants i l'aigua de reposició conté en gran quantitat sals de calci i magnesi, es produeixen a les canonades i elements del circuit, en particular en els llocs en que existeix escalfament del fluid, incrustacions que van obstruint poc a poc la canonades. Per eliminar els efectes nocius provocats, el més eficaç és actuar sobre la causa que fa necessària la introducció de l'aigua de reposició.

Si per falta de tractament d'aigua o un inadequat manteniment es produeix incrustacions en un circuit, poden ser eliminades mitjançant mètodes mecànics o químics. Els primers poden realitzar-se només en aquelles parts de la instal·lació que puguin ser accessibles, realitzant-se normalment la neteja mitjançant escombretes d'acer, ja sigui de forma natural o automàtica.

En moltes ocasions, la neteja interior d'una xarxa de canonades es realitza mitjançant una solució àcida conjuntament amb substàncies inhibidores, que es bombegen a través del circuit amb característiques controlades de concentració, temperatura, temps de permanència, etc. A continuació s'elimina la solució àcida del circuit, introduint-se posteriorment un neutralitzant i acabant l'operació amb un neteja d'aigua neta.

Una altra manera per realitzar el tractament de les incrustacions existents en un circuit i evitar la seva formació és l'anomenat tractament magnètic, consistent en la inserció al circuit d'un tram de canonada de longitud variable previst d'un iman permanent o un electroimant, que produeix un camp magnètic radial o longitudinal que modifica l'estructura molecular de les sals dissoltes, dipositant en forma de bosses, fàcilment eliminables a les zones de menor



velocitat de l'aigua. Aquest tractament actua també sobre les incrustacions existents abans de la col·locació del camp magnètic, despagant-les de les superfícies interiors i facilitant la seva eliminació.

S'ha de recordar que les incrustacions, apart de reduir la secció lliure de pas de les canonades i elements dels circuits, produeixen un efecte d'aïllament tèrmic que redueix el bescanvi tèrmic tant de generadors com d'unitats terminals, que en determinades ocasions pot donar lloc fins i tot a la destrucció de l'equip per sobreescalfament, com és el cas de calderes. En tot cas, les incrustacions es tradueixen sempre en un major consum energètic i una disminució del calor útil transferit, a més d'una disminució de la vida útil de la instal·lació.

#### **4.4.2.3. Cops d'ariet**

En instal·lacions d'aigua sanitària, es presenta amb freqüència el fenomen conegut amb el nom de cop d'ariet, que té lloc quan una corrent líquida canvia bruscament de velocitat, exercint una sobrepressió sobre la superfície i produint possibles deformacions tant en les vàlvules de tall com en les canonades. Si aquest fenomen es produeix degut al tancament ràpid d'una vàlvula s'ha de col·locar un limitador de velocitat de tancament o instal·lar càmeres d'aire que absorbeixin aquestes sobrepressions.

#### **4.4.2.4. Estanquitat**

Una xarxa de canonades ha de ser estanca al llarg de la seva vida útil, a fi de reduir el consum d'aigua i el cost del corresponent tractament a l'aigua de reposició. Per aconseguir l'estanquitat és fonamental la unió de canonades i elements de la xarxa, que es pugui realitzar mitjançant unions roscades, amb brides o soldadures.

Les unions roscades s'utilitzen usualment per diàmetres de fins 40 mm, si aquestes unions no estan perfectament executades, poden donar lloc a pèrdues molt importants de fluid.

L'unió per brides està constituïda per dos brides, la corresponent junta i els cargols de subjecció i tancament. Com és lògic, les dos brides han d'estar construïdes sota les especificacions d'una mateixa norma i dimensionar-se per la màxima pressió de treball del sistema.

Les juntes per la seva part poden ser de goma o de mescles amb amiant (en el camp de la climatització), les primeres temperatures poden suportar del ordre de 120°C i les segones poden arribar a temperatures pròximes als 400°C.

#### **4.4.2.5. Suports i dilatacions**

Una xarxa de canonades ha d'estar correctament suportada i ser lliure de dilatar-se o contraure's amb les variacions de temperatura. Els punts fixes han d'estar ancorat fortament a



l'estructura de l'edifici, instal·lant-se entre cada dos punt fixes d'un element que permeti la dilatació o contracció de la canonada.

La lliure dilatació de la canonada entre dos punts fixes, es pot aconseguir mitjançant la col·locació de rodets entre canonades i suports intermedis, o bé fent flexibles aquests últims mitjançant molles.

S'ha de senyalar que molts dels sorolls que es produeixen en una xarxa de canonades, són produïdes per la dilatació, quan no pot tenir lloc lliurement.

Una altra font de soroll pot ser la presència de bosses d'aire al circuit, el que es pot resoldre mitjançant la col·locació de purgadors als punts alts de la xarxa. Malgrat això, el soroll provocat per un excés de velocitat del fluid a l'instal·lació, pot resoldre's únicament augmentant el calibre de les canonades.

#### **4.4.2.6. Aïllament tèrmic**

L'aïllament tèrmic de canonades i equips s'ha de mantenir sempre en condicions òptimes ja que es fonamental per l'estalvi d'energia.

Un bon aïllament ha de posseir les següents condicions:

- Espessor i característiques adequades a les temperatures de treball
- Resistir els esforços mecànics normals
- Estar firmament units a la superfície recoberta per aïllament
- Unions ajustades i sobreposades si és de varies capes
- Estar protegit exteriorment de sol·licitacions mecàniques anòmales
- Protecció exterior contra la penetració d'aigua
- Estar protegit amb una barrera antivapor quan el fluid està a temperatures inferiors a l'ambient.

Un bon manteniment consisteix en corregir immediatament els defectes anteriorment nombrats que puguin alterar les característiques de l'instal·lació.

#### **4.4.3. Valvuleria**

El manteniment dels diferents tipus de vàlvules és senzill, consisteix en dur a terme les diferents operacions següents:

- Lubricació de la rosca del fusell
- Canviar l'estopada
- Canviar la junta de seient
- Esmerilar l'obturador sobre el seient



Normalment aquestes operacions poden realitzar-se sense necessitat de desmuntar el cos de la vàlvula de la canonada.

#### **4.4.4. Emissors**

Anualment s'ha de procedir a fer una neteja dels emissors, juntament amb les vàlvules normals de tall, per evitar l'engarrotament. És convenient també establir un programa mensual de purgat de les unitats terminals, ja que l'existència de bosses d'aire provoca una reducció del cabal que passa per l'unitat, que es tradueix en una pèrdua de l'emissió calorífica.

Una vegada a l'any també s'ha de realitzar una neteja exterior dels emissors amb l'objectiu d'eliminar la pols dipositada, amb el que es aconseguix que desapareguin olors i millorar la circulació de l'aire, seguit d'una revisió de temperatures de consigna dels termòstats d'ambient, comprovant el funcionament d'aquests.

#### **4.4.5. Bombes de circulació**

Si la bomba de circulació està dotada de filtres d'aspiració, aquests s'han de netejar periòdicament durant l'arrencada de l'instal·lació, amb una freqüència almenys d'un cop per setmana.

A més, és aconsellable realitzar les següents comprovacions:

- Revisar diàriament el nivell d'oli lubricant
- Revisar diàriament l'inexistència de sorolls estranys
- Revisar anualment el desgast dels coixinets

#### **4.4.6. Sistema solar d'ACS**

Segons el DB-HE 4 del CTE, pel manteniment del sistema solar destinat a la producció d'ACS es defineixen dos escalons complementaris d'actuació:

- Pla de vigilància: Es refereix a les operacions que permeten assegurar que els valors operacionals de l'instal·lació siguin correctes. És un pla d'observació simple dels paràmetres funcionals principals per a verificar el correcte funcionament de l'instal·lació
- Pla de manteniment preventiu: Són operacions d'inspecció visuals i verificació d'actuacions que han de permetre mantindre dintre dels límits acceptables les condicions de funcionament, prestacions, protecció i durabilitat de l'instal·lació.





#### 4.4.6.1. Pla de vigilància

El pla de vigilància tindrà l'abast descrit en la Taula 4.2.

Elemento de la instalación	Operación	Frecuencia (meses)	Descripción
CAPTADORES	Limpieza de cristales	A determinar	Con agua y productos adecuados
	Cristales	3	IV condensaciones en las horas centrales del día.
	Juntas	3	IV Agrietamientos y deformaciones.
	Absorbedor	3	IV Corrosión, deformación, fugas, etc.
	Conexiones	3	IV fugas.
	Estructura	3	IV degradación, indicios de corrosión.
CIRCUITO PRIMARIO	Tubería, aislamiento y sistema de llenado	6	IV Ausencia de humedad y fugas.
	Purgador manual	3	Vaciar el aire del botellín.
CIRCUITO SECUNDARIO	Termómetro	Diaria	IV temperatura
	Tubería y aislamiento	6	IV ausencia de humedad y fugas.
	Acumulador solar	3	Purgado de la acumulación de lodos de la parte inferior del depósito.

<sup>(1)</sup> IV: inspección visual

**Taula 4.2. Taula d'operacions del pla de vigilància descrit en el CTE.**

#### 4.4.6.2. Pla de manteniment

El manteniment implicarà com a mínim una revisió anual de l'instal·lació per instal·lacions solars amb superfície inferior a 20 m<sup>2</sup>. Aquest pla de manteniment s'ha de realitzar per personal tècnic competent que conegui la tecnologia solar tèrmica i les instal·lacions mecàniques en general.

Les següents taules extretes del CTE mostren detalladament les operacions de manteniment que s'han de realitzar el les instal·lacions d'energia solar tèrmica per a la producció d'ACS.

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Captadores	6	IV diferencias sobre original.
		IV diferencias entre captadores.
Cristales	6	IV condensaciones y suciedad
Juntas	6	IV agrietamientos, deformaciones
Absorbedor	6	IV corrosión, deformaciones
Carcasa	6	IV deformación, oscilaciones, ventanas de respiración
Conexiones	6	IV aparición de fugas
Estructura	6	IV degradación, indicios de corrosión, y apriete de tornillos
Captadores*	12	Tapado parcial del campo de captadores
Captadores*	12	Destapado parcial del campo de captadores
Captadores*	12	Vaciado parcial del campo de captadores
Captadores*	12	Llenado parcial del campo de captadores

\* Operaciones a realizar en el caso de optar por las medidas b) o c) del apartado 2.1.

<sup>(1)</sup> IV: inspección visual

**Taula 4.3. Manteniment del sistema de captació.**



Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Depósito	12	Presencia de lodos en fondo
Ánodos sacrificio	12	Comprobación del desgaste
Ánodos de corriente impresa	12	Comprobación del buen funcionamiento
Aislamiento	12	Comprobar que no hay humedad

**Taula 4.4. Manteniment del sistema d'acumulació.**

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Intercambiador de placas	12	CF eficiencia y prestaciones
	12	Limpieza
Intercambiador de serpentín	12	CF eficiencia y prestaciones
	12	Limpieza

<sup>(1)</sup> CF: control de funcionamiento

**Taula 4.5. Manteniment del sistema d'intercanvi.**

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Fluido refrigerante	12	Comprobar su densidad y pH
Estanqueidad	24	Efectuar prueba de presión
Aislamiento al exterior	6	IV degradación protección uniones y ausencia de humedad
Aislamiento al interior	12	IV uniones y ausencia de humedad
Purgador automático	12	CF y limpieza
Purgador manual	6	Vaciar el aire del botellín
Bomba	12	Estanqueidad
Vaso de expansión cerrado	6	Comprobación de la presión
Vaso de expansión abierto	6	Comprobación del nivel
Sistema de llenado	6	CF actuación
Válvula de corte	12	CF actuaciones (abrir y cerrar) para evitar agarrotamiento
Válvula de seguridad	12	CF actuación

<sup>(1)</sup> IV: inspección visual

<sup>(2)</sup> CF: control de funcionamiento

**Taula 4.6. Manteniment del circuit hidràulic.**

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Cuadro eléctrico	12	Comprobar que está siempre bien cerrado para que no entre polvo
Control diferencial	12	CF actuación
Termostato	12	CF actuación
Verificación del sistema de medida	12	CF actuación

<sup>(1)</sup> CF: control de funcionamiento

**Taula 4.7. Manteniment del sistema elèctric i de control.**

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Sistema auxiliar	12	CF actuación
Sondas de temperatura	12	CF actuación

<sup>(1)</sup> CF: control de funcionamiento

Nota: Para las instalaciones menores de 20 m<sup>2</sup> se realizarán conjuntamente en la inspección anual las labores del plan de mantenimiento que tienen una frecuencia de 6 y 12 meses.

No se incluyen los trabajos propios del mantenimiento del sistema auxiliar.

**Taula 4.8. Manteniment del sistema d'energia auxiliar.**



#### **4.4.7. Protecció contra el gel i falta de circulació d'aigua**

Per aconseguir evitar la formació de gel al circuit, motivat per les condicions climatològiques externes s'utilitzen normalment tres solucions diferents:

- Buidar l'aigua de la instal·lació
- Introduir substàncies anticongelants, fins baixar el punt de solidificació de la mescla fins a temperatures extremes que no s'arribin normalment a l'ambient exterior
- Escalfar l'entorn de l'equip o canonada a temperatura superior a la de congelació del fluid caloportador

La primera solució no garanteix un drenatge complet, donat que les canonades són normalment llargues i de petit diàmetre, i no es poden dissenyar les bateries amb pendent fins a un punt de buidat, per lo que només es poden aconseguir, en moltes ocasions, el buidat complet amb l'injecció d'aire comprimit.

Pel que fa a la segona solució, l'addició de substàncies anticongelants s'ha de tenir molt present que la seva introducció al circuit redueix el coeficient de transmissió de calor, a part que augmenta la potència absorbida per la bomba.

L'última solució representa un desaprofitament energètic important, en el cas de canonades es pot utilitzar una resistència elèctrica, tipus cable o cinta enrotllada sobre la canonada i per davall de l'aïllament.

Els dispositius de protecció contra el gel s'han de considerar com l'última protecció de l'equip, pel que aquest no ha d'estar mai forçat a funcionar quan s'ha disparat el dispositiu de seguretat. En qualsevol cas, els dispositius de seguretat s'han de rearmar manualment i abans de ficar en funcionament la instal·lació s'ha d'esbrinar i corregir la causa que va motivar l'accionament de la protecció; això és vàlid per qualsevol dispositiu de seguretat sigui quina sigui aquesta i per qualsevol equip al que protegeixi.

#### **4.4.8. Inspecció de l'instal·lació**

Seràn inspeccionats periòdicament els sistemes de calefacció i aigua calenta sanitària que compten amb generadors de calor de potència útil nominal igual o superior a 20 kW, excloent els sistemes destinats únicament a la producció d'aigua calenta sanitària de fins a 70 kW de potència útil nominal.

La inspecció del sistema de calefacció i aigua calenta sanitària es realitzarà sobre les parts accessibles del mateix.

S'analitzarà i avaluarà el rendiment i dimensionament del generador de calor en comparació amb la demanda tèrmica a satisfer per la instal·lació. També es durà a terme el procés



d'avaluació en bombes, emissors tèrmics, sistema de distribució i sistema de regulació i control. En el cas del sistema solar, s'analitzarà la contribució solar mínima.

Si el generador de calor dels sistemes de calefacció i aigua calenta sanitària té una potència útil nominal instal·lada igual o superior a 20 kW, s'inspeccionaran amb la periodicitat que s'indica a la següent taula.

Potencia útil nominal [kW]	Tipo de energía	Frecuencia de inspección
$20 \leq P \leq 70$	Cualquier energía.	Cada 5 años.
$P > 70$	Gases y renovables.	Cada 4 años.
	Otras.	Cada 2 años.

**Taula 4.9. Periodicitat de les inspeccions dels sistemes de calefacció i ACS.**



#### 4.4.9. Taula resum de manteniment

La guia de l' IDAE *Guía práctica sobre instalaciones individuales de calefacción y agua caliente sanitaria (ACS) en edificios de viviendas* proporciona una taula on s'adjunten les operacions de manteniment i cada quan s'han de dur a terme. Aquesta taula compleix amb les especificacions del RITE.

Operación	Periodicidad
1. Limpieza de los evaporadores	Una vez al año
2. Limpieza de los condensadores	Una vez al año
3. Drenaje, limpieza y tratamiento del circuito de torres de refrigeración	Una vez al año
4. Comprobación de la estanquidad y niveles de refrigerante y aceite en equipos frigoríficos	Una vez al año
5. Comprobación y limpieza, si procede, de circuito de humos de calderas	Una vez al año
6. Comprobación y limpieza, si procede, de conductos de humos y chimenea	Una vez al año
7. Limpieza del quemador de la caldera	Una vez al año
8. Revisión del vaso de expansión	Una vez al año
9. Revisión de los sistemas de tratamiento de agua	Una vez al año
11. Comprobación de estanquidad de cierre entre quemador y caldera	Una vez al año
12. Revisión general de calderas de gas	Una vez al año
13. Revisión general de calderas de gasóleo	Una vez al año
14. Comprobación de niveles de agua en circuitos	Una vez al año
19. Revisión y limpieza de filtros de aire	Una vez al año
21. Revisión de aparatos de humectación y enfriamiento evaporativo	Una vez al año
22. Revisión y limpieza de aparatos de recuperación de calor	Una vez al año
23. Revisión de unidades terminales agua-aire	Una vez al año
24. Revisión de unidades terminales de distribución de aire	Una vez al año
25. Revisión y limpieza de unidades de impulsión y retorno de aire	Una vez al año
26. Revisión de equipos autónomos	Una vez al año
28. Revisión del sistema de preparación de agua caliente sanitaria	Una vez al año
29. Revisión del estado del aislamiento térmico	Una vez al año
30. Revisión del sistema de control automático	Una vez al año
31. Revisión de aparatos exclusivos para la producción de agua caliente sanitaria de potencia térmica nominal $\leq 24,4$ kW	Cada 4 años
32. Instalación de energía solar térmica	Según la HE4
33. Comprobación del estado de almacenamiento del biocombustible sólido	Semanalmente
34. Apertura y cierre del contenedor plegable en instalaciones de biocombustible sólido	Dos veces al año
35. Limpieza y retirada de cenizas en instalaciones de biocombustible sólido	Una vez al mes
36. Control visual de la caldera de biomasa	Una vez por semana
37. Comprobación y limpieza, si procede, de circuito de humos de calderas y conductos de humos y chimeneas en calderas de biomasa	Una vez al año
38. Revisión de los elementos de seguridad en instalaciones de biomasa	Una vez al mes

Taula 4.10. Operacions de manteniment preventiu i la seva periodicitat.



## **4.5. Fulls d'especificació**

- Full 1: Caldera
- Full 2: Radiadors horitzontals
- Full 3: Radiadors verticals
- Full 4: Accessoris radiadors 1
  - Purgadors automàtics
  - Reduccions
- Full 5: Accessoris radiadors 2
  - Suports per radiadors horitzontals
  - Suports per radiadors verticals
- Full 6: Accessoris radiadors 3
  - Claus termostàtiques
- Full 7: Accessoris radiadors 4
  - Detentor
- Full 8: Canonades coure
- Full 9: Aïllament de canonades
- Full 10: Bomba circulatòria
- Full 11: Termòstat ambient
- Full 12: Vas d'expansió calefacció
- Full 13: Col·lector solar
- Full 14: Líquid anticongelant
- Full 15: Acumulador ACS
- Full 16: Centraleta solar
- Full 17: Grup hidràulic solar
- Full 18: Purgador d'aire
- Full 19: Manòmetre vertical
- Full 20: Electrovàlvula de 3 vies
- Full 21: Vàlvules mescladores
  - Vàlvula mescladora per ACS
  - Vàlvula mescladora per l'elevació de la temperatura de retorn
- Full 22: Vàlvules de seguretat
- Full 23: Vàlvules de tall
- Full 24: Vàlvula reductora de pressió
- Full 25: Vàlvules antiretorn
- Full 26: Filtres
- Full 27: Sonda exterior
- Full 28: Vas d'expansió solar
- Full 29: Racoreria adaptable
- Full 30: Racoreria reduïda
- Full 31: Xemeneia



**FULL D'ESPECIFICACIÓ Nº 01. CALDERA DE BIOMASSA.**

**Marca** GRUPO BIOSAN

**Model** GG35K

**Característiques tècniques:**

Tipus de caldera: Piro-tubular horitzontal

Potència nominal: 31,4 kW

Rendiment: 89,75%

Rang modulació: 9 - 31 kW

Pressió màx. de treball: 2 bars

Pressió mín. de treball: 1 bar

Consum mig a max. carrega: 6,5 - 7 kg/h

Volum aigua cos: 110 Litres

Capacitat dipòsit combustíble: 197 Litres

Granulometria màx. admesa: 8 mm

Nivell sonor: 58 dB

Alimentació elèctrica: 230 V 50 Hz

Cabal ventilador mín/màx: 38-190 m<sup>3</sup>/h

Diàmetre anada / retorn: 1 polz / 1 polz

Emissions de CO<sub>2</sub>: 1190 ppm

Temperatura fums: 228,7 °C

**Imatge**



**Esquema**

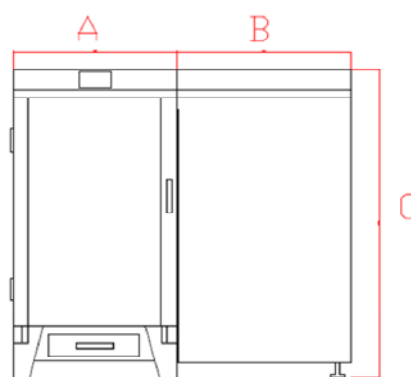


Figura 1: vista frontal

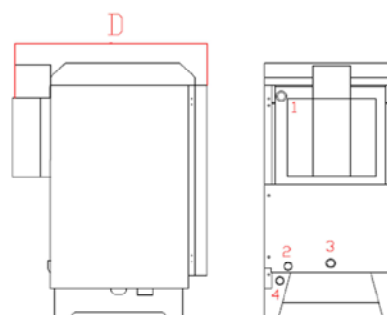


Figura 2: vista lateral y trasera

**Dimensions  
(dm)**

A = 55

B = 60

C = 102

D = 85

**Connexions**

Anada (1) = 1"

Retorn (2) = 1"

Emplenat/buidat (3) = 3/4"

Vàlvula seguretat (4) = 3/4"

**Taula 4.11. Full d'especificació de la caldera de biomassa GG35K.**





**FULL D'ESPECIFICACIÓ Nº 02. RADIADORS HORIZONTALS.**

**Marca** BAXIROCA

**Model** JET 70

**Característiques principals:**

- Radiadors formats per elements acoblables entre sí mitjançant maneguet de 1" de rosca dreta - esquerra i junta d'estanqueïtat.
- Elements fabricats per injecció a pressió de l'aliatge d'alumini prèviament fosa.
- Radiadors muntats i provats a 9 bars de pressió.
- Pintura d'acabat doble capa.
- Accessoris compostos per: Taps i reduccions, pintats amb rosca a dreta o esquerra, juntes, suports, purgador automàtic PA5-1".

**Característiques tècniques:**

Material de construcció: Alumini

Capacitat aigua (per element): 0,52 Litres

Pes aproximat (per element): 1,76 Kg

Emissió calorífica per element:

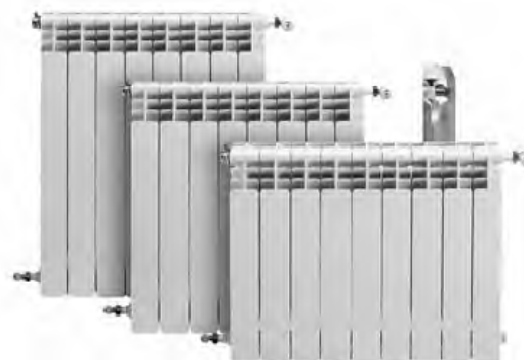
- 200 W per un salt tèrmic de 60°C.
- 156 W per un salt tèrmic de 50°C
- 108,8 W per un salt tèrmic de 40°C

Exponent "n" de la corba característica: 1,32

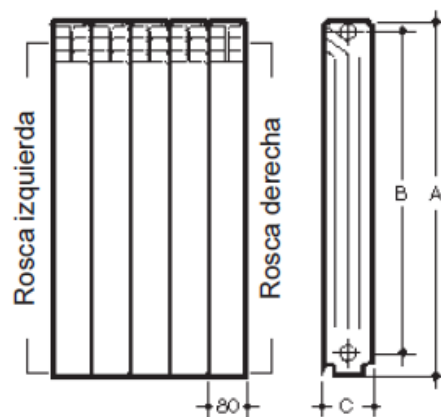
Temperatura màxima: 110°C

Pressió màxima: 6 bars

**Imatge**



**Esquema**



Cotes en mil·límetres

A = 670


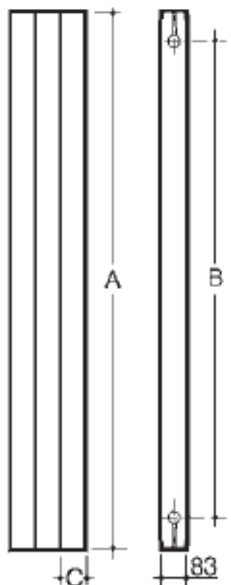
B = 600

C = 97

Taula 4.12. Full d'especificació dels radiadors horitzontals JET 70.





ULL D'ESPECIFICACIÓ Nº 03. RADIADORS VERTICALS.	
<b>Marca</b> BAXIROCA	<p><b>Imatge</b></p> 
<b>Model</b> AV 1800	
<p><b>Característiques principals:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Radiadors formats per elements acoblables entre sí mitjançant maneguet de 1" de rosca dreta - esquerra i junta d'estanqueïtat.</li> <li>- Elements fabricats per injecció a pressió de l'aliatge d'alumini prèviament fosa.</li> <li>- Radiadors muntats i provats a 9 bars de pressió.</li> <li>- Pintura d'acabat doble capa.</li> <li>- Accessoris compostos per: Taps i reduccions, pintats amb rosca a dreta o esquerra, juntes, suports, purgador automàtic PA5-1".</li> </ul>	<p><b>Esquema</b></p>  <p>Cotes en mil·límetres</p> <p>A = 1800 B = 1620 C = 80</p>
<p><b>Característiques tècniques:</b></p> <p>Material de construcció: Alumini</p> <p>Capacitat aigua (per element): 0,87 Litres</p> <p>Pes aproximat (per element): 4,07 Kg</p> <p>Emissió calorífica per element:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 382,6 W per un salt tèrmic de 60°C</li> <li>• 272,7 W per un salt tèrmic de 50°C</li> <li>• 202,5 W per un salt tèrmic de 40°C</li> </ul> <p>Exponent "n" de la corba característica: 1,334</p> <p>Temperatura màxima: 110°C</p> <p>Pressió màxima: 6 bars</p>	

Taula 4.13. Full d'especificació dels radiadors verticals AV 1800.



## FULL D'ESPECIFICACIÓ Nº 04. ACCESSORIS RADIADORS 1.

### Purgador automàtic radiador

**Marca** BAXIROCA

**Model** PA5 - 1" D

**Referència** 195210001

#### Característiques:

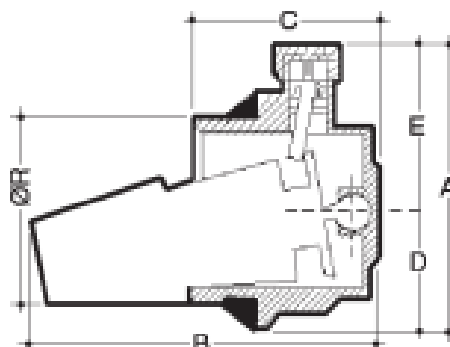
- Purgador d'aire automàtic per boia amb rosca a la dreta
- Diàmetre rosca: 1"
- Materials: Llautó i acabat cromat

**Imatge:**




#### Dimensions i esquema:

Cotas en mm						
Modelos	ØR	A	B	C	D	E
PA5 1"	1"	49,0	60,6	33,8	20,5	28,5
PA5 1 1/4"	1 1/4"	63,0	60,4	37,2	30,5	32,5





Reduccions radiadors																		
<b>Marca</b> BAXIROCA	<b>Imatge</b> 																	
<b>Models i referències</b> <table> <tr> <th>Reducciones pintadas derecha (*)</th><th>Reducciones pintadas izquierda (*)</th></tr> <tr> <td><b>194001025</b></td><td><b>194001029</b></td></tr> <tr> <td>de 1" a 1/8" D-B</td><td>de 1" a 1/8" I-B</td></tr> <tr> <td><b>194001026</b></td><td><b>194001030</b></td></tr> <tr> <td>de 1" a 3/8" D-B</td><td>de 1" a 3/8" I-B</td></tr> <tr> <td><b>194001027</b></td><td><b>194001031</b></td></tr> <tr> <td>de 1" a 1/2" D-B</td><td>de 1" a 1/2" I-B</td></tr> <tr> <td><b>194001028</b></td><td><b>194001032</b></td></tr> <tr> <td>de 1" a 3/4" D-B</td><td>de 1" a 3/4" I-B</td></tr> </table>		Reducciones pintadas derecha (*)	Reducciones pintadas izquierda (*)	<b>194001025</b>	<b>194001029</b>	de 1" a 1/8" D-B	de 1" a 1/8" I-B	<b>194001026</b>	<b>194001030</b>	de 1" a 3/8" D-B	de 1" a 3/8" I-B	<b>194001027</b>	<b>194001031</b>	de 1" a 1/2" D-B	de 1" a 1/2" I-B	<b>194001028</b>	<b>194001032</b>	de 1" a 3/4" D-B
Reducciones pintadas derecha (*)	Reducciones pintadas izquierda (*)																	
<b>194001025</b>	<b>194001029</b>																	
de 1" a 1/8" D-B	de 1" a 1/8" I-B																	
<b>194001026</b>	<b>194001030</b>																	
de 1" a 3/8" D-B	de 1" a 3/8" I-B																	
<b>194001027</b>	<b>194001031</b>																	
de 1" a 1/2" D-B	de 1" a 1/2" I-B																	
<b>194001028</b>	<b>194001032</b>																	
de 1" a 3/4" D-B	de 1" a 3/4" I-B																	

Taula 4.14. Full d'especificació dels purgadors automàtics (PA5-1"D) i les reduccions per als radiadors.



## FULL D'ESPECIFICACIÓ Nº 05. ACCESSORIS RADIADORS 2.

### Suports d'acer per alicatat 081A per a radiadors horitzontals

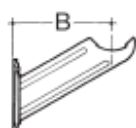
**Marca** BAXIROCA

**Material:** Acer

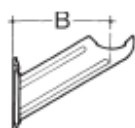
#### Dimensions

Cotas mm	B
194006007 Soporte de alicatar 081A	81
194006002 Soporte de alicatar 073A	73
194006026 Soporte de alicatar 0113A para DUBAL 30	113

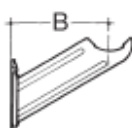
**081A**



**073A**



**0113A**



#### Imatge



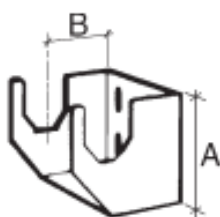
### Suports d'acer per alicatat AV 1800 S Per a radiadors verticals

**Marca** BAXIROCA

**Material:** Acer

#### Dimensions

Cotas mm	A	B
194006016 Soporte AV 1800 S	80	64,5
194006017 Soporte AV 1800 I	80	26,5



Taula 4.15. Full d'especificació dels suports d'acer per radiadors horitzontals (081A) i verticals (AV 1800 S).



## FULL D'ESPECIFICACIÓ Nº 06. ACCESSORIS RADIADORS 3.

### Clau termostàtica dels radiadors

**Marca** BAXIROCA

**Model:** Sèrie NT Termostatizable

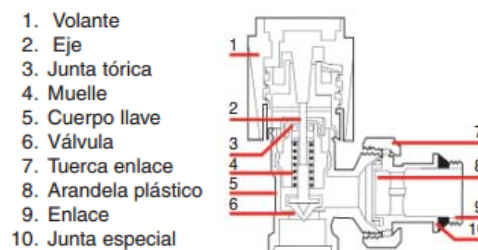
#### Característiques:

- Cos fabricat amb llautó estampat amb acabat exterior cromat mate.
- Doble reglatge
- Recorregut màxim del volant entre les posicions de tancat - obert d'una sola volta.
- Possible canvi de mecanisme sense la necessitat de buidar l'instal·lació.
- Estanquitat enllaç - cos mitjançant volandera de plàstic.
- Temperatura màxima de treball: 110°C.
- Pressió màxima de treball: 10 bars.

#### Imatge



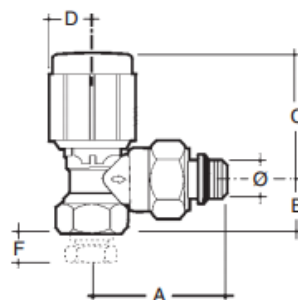
#### Mecanisme



#### Dimensions

##### Paso escuadra

Cotas en mm					
Ø	A	B	C	D	F
3/8"	49,5	27,5	52,4	18	10,5
1/2"	53,5	28,5	52,5	18	11,0
3/4"	62,0	24,0	52,5	18	



Taula 4.16. Full d'especificació de les claus termodinàmiques NT per radiadors.



## FULL D'ESPECIFICACIÓ Nº07. ACCESSORIS RADIADORS 4.

### Detentor

**Marca** BAXIROCA

**Imatge**

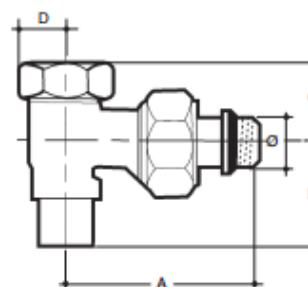
**Model:** NT per a soldar, pas esquadra.



#### Característiques:

- Cos fabricat amb llautó estampat amb acabat exterior cromat mate.
- Doble reglatge
- Recorregut màxim del volant entre les posicions de tancat - obert d'una sola volta.
- Possible canvi de mecanisme sense la necessitat de buidar l'instal·lació.
- Estanquitat enllaç - cos mitjançant volandera de plàstic.
- Temperatura màxima de treball: 110°C.
- Pressió màxima de treball: 10 bars.

**Esquema**



### Dimensions

#### Paso escuadra

Modelo	Ø	Tubo de cobre	Cotas mm				
			A	B	C	D	F
Para roscar	3/8"	-	48,5	27,5	16,0	10,4	10,5
	1/2"	-	54,0	28,5	19,0	12,0	11,0
	3/4"	-	63,5	28,0	20,0	13,0	-
Para soldar	3/8"	10/12	48,5	21,0	15,7	10,5	-
	3/8"	12/14	48,5	22,0	15,7	10,5	-
	1/2"	12/14	54,0	22,5	19,0	12,0	-
	1/2"	13/15	54,0	23,0	19,0	12,0	-
	1/2"	14/16	54,0	23,5	19,0	12,0	-
	1/2"	16/18	54,0	25,3	20,0	12,0	-

Taula 4.17. Full d'especificació dels detentors NT per soldar pas esquadra per radiadors.



## FULL D'ESPECIFICACIÓ Nº 08. CANONADES.

Marca THISA

Imatge



### Característiques:

Material: Coure

Canonades segons normes UNE-EN 1057 i UNE 37141 per a xarxes de distribucions d'aigua potable, gas, sistemes de calefacció, etc.

**Nota:** Els colzes utilitzats en l'instal·lació seran d'aquesta marca, les Tes i Tes reduïdes, depenent de les mesures, seran d'aquesta casa, de la Tienda de fontaneria, de JOFEG o de COMERCIAL BASTOS.

**Nota 2:** Les dimensions estan en mil·límetres, el diàmetre és l'exterior.

### Dimensions

Código	Medida	Código	Medida
340 000 604	6 x l	340 102 220	22 x l
340 000 806	8 x l	340 102 826	28 x l
340 001 008	10 x l	340 103 533	35 x l
340 001 210	12 x l	340 104 240	42 x l
340 001 412	14 x l	340 105 451	54 x l,2
340 001 512	15 x l,5	340 106 461	64 x l,5
340 001 513	15 x l	340 107 673	76 x l,5
340 001 614	16 x l	340 108 986	88,9 x 2
340 001 815	18 x l,5	340 108 104	108 x 2
340 001 816	18 x l	340 112 008	12 x 0,8
340 101 008	10 x l	340 115 008	15 x 0,8
340 101 210	12 x l	340 118 008	18 x 0,8
340 101 412	14 x l	340 122 009	22 x 0,9
340 101 513	15 x l	340 128 008	28 x 0,9
340 101 614	16 x l	340 201 009	10 x l
340 101 816	18 x l	340 201 210	12 X l

Taula 4.18. Full d'especificació de les canonades de coure marca THISA.



## FULL D'ESPECIFICACIÓ Nº 09. AÏLLAMENT TUBULAR FLEXIBLE PER A CANONADES.

**Marca** ISOCELL

**Distribuïdor:** SALVADOR ESCODA S.A.

**Model** M1

**Imatge**



### Característiques tècniques:

Elastòmer extruït d'una cèl·lula tancada  
Nitril - PVC

Espessor: 25 mm

Conductivitat tèrmica  $\lambda$ :

- 0,033 W/(mK) a 0°C
- 0,034 W/(mK) a 10°C
- 0,037 W/(mK) a 40°C

Temperatura de treball dels tubs: -40 a 110°C

Coef. Permeabilitat (UNI 9233):  $\geq \mu 10000$

Classificació al foc:  $B_L S2 d0$

Resistència a l'ozó: Excel·lent

Resist. agents atmosfèrics: Excel·lent

Longitud estàndard: 2 metres

### Dimensions

Código	Artículo				
	Ref.	Ø nominal	Ø Cobre	Ø Hierro	Cont. caja
<b>ESPESOR 25 mm (M)</b>					
AI 04 143	6 x 25	6	1/4"	—	64
AI 04 144	10 x 25	10	3/8"	1/8"	60
AI 04 240	12 x 25	12	1/2"	—	54
AI 04 311	15 x 25	15	5/8"	—	52
AI 04 317	18 x 25	18	3/4"	3/8"	50
AI 04 318	22 x 25	22	7/8"	1/2"	42
AI 04 319	25 x 25	25	1"	—	40
AI 04 320	28 x 25	28	1-1/8"	3/4"	40
AI 04 321	35 x 25	35	1-3/8"	1"	24

<b>ESPESOR 40 mm</b>					
AI 04 333	22 x 40	22	7/8"	1/2"	22

Taula 4.19. Full d'especificació de l'aïllament tubular per les canonades ISOCELL model M1.





**FULL D'ESPECIFICACIÓ Nº 10. BOMBA DE CIRCULACIÓ.**

**Marca** GRUNDFOS

**Model** ALPHA2 15-50 130

**Codi** 97993193

**Característiques tècniques:**

Líquid de bombeig: Aigua

Rang temperatura del líquid: 0 - 110°C

Cos hidràulic: Fosa. EN-GJL-150, EN-GJL-150.

Pressió màxima de treball: 10 Bars.

Diàmetre connexions: G 1.

Distància entre connexions d'aspiració i descàrrega: 130 mm.

Potència: 3 - 26 W.

Consum de corrent màxim: 0,04 - 0,24 A.

Freqüència d'alimentació: 50 Hz.

Tensió nominal: 230 V.

Grau de protecció (IEC 34-5): X4D

Classe d'aïllament (IEC 85): F

Homologacions en placa: VDE,GS,CE.

Pes net: 1,76 Kg.

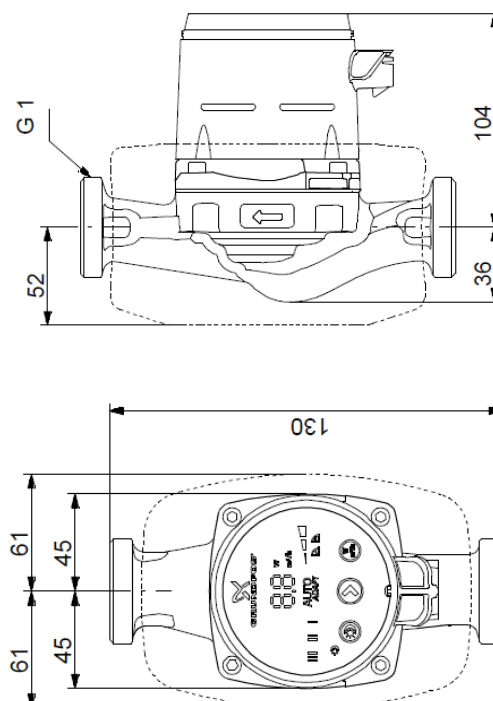
Pes brut: 1,89 Kg.

Volum: 0,004 m<sup>3</sup>.

**Imatge**

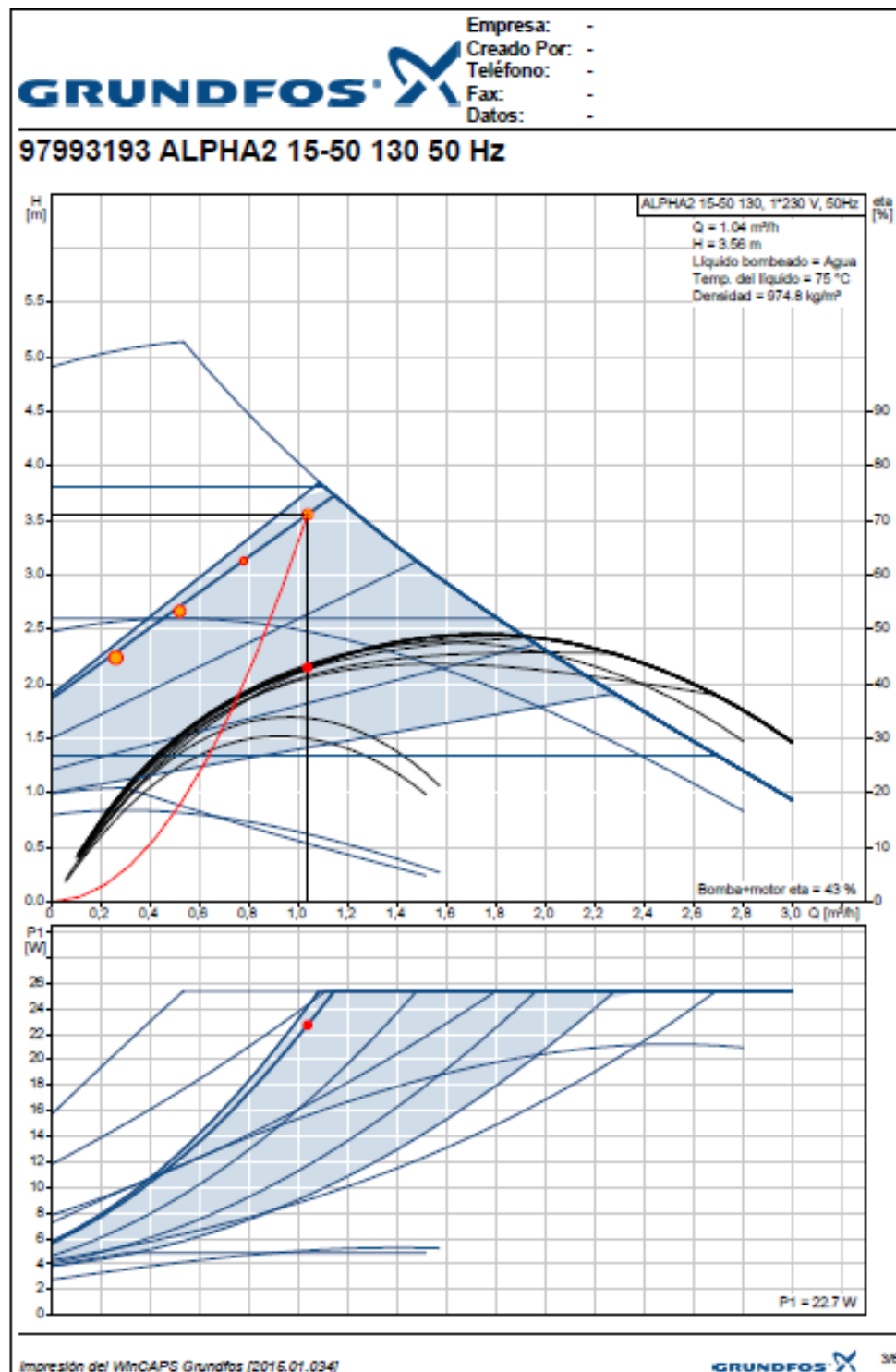


**Esquema**





### Corba característica de la bomba



Taula 4.20. Full d'especificació de la bomba de circulació del circuit de calefacció ALPHA2 15-50.



**FULL D'ESPECIFICACIÓ Nº 11. TERMÒSTAT CALEFACCIÓ.**

**Marca** BAXIROCA

**Model** TD 200

**Codi** 195180033

**Característiques tècniques:**

- Termòstat electrònic amb àmplia pantalla digital.
- Visualització permanent de la temperatura ambient.
- Selecció i visualització de la temperatura de consigna (5-35 ° C)
- Funció atur / marxa del servei de calefacció.
- Funció antigèl ( $t < 5^{\circ} \text{C}$ ).
- Alimentació mitjançant 2 piles alcalines.
- Pre-avís esgotament de piles.
- Fàcil maneig i ràpida instal·lació mitjançant suport mural independent.

**Imatge**



**Taula 4.21. Full d'especificació del termòstat TD 200.**



## FULL D'ESPECIFICACIÓ Nº 12. VAS D'EXPANSIÓ.

**Marca** GRUPO BIOSAN

**Model** R12

### Característiques tècniques:

Tipus: Vas d'expansió tancat

Volum: 12 Litres

Temperatura de treball: -10°C / 100°C

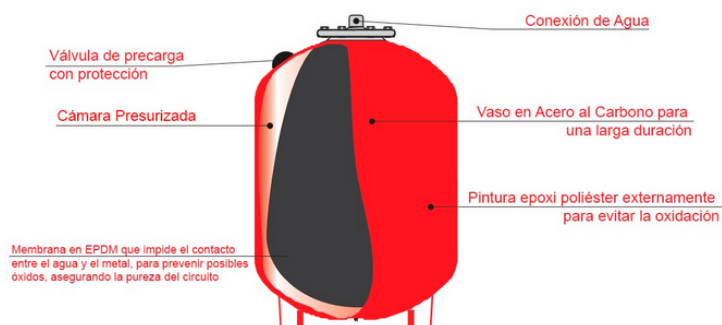
Disposa de membrana EPDM

Pressió màxima de treball: 10 bars

### Imatge



### Esquema



### Mesures

Código	Modelo	Altura (mm)	Diametro (mm)	Embalaje (mm)	Conexión
IICRE00R01BE1	R2	189	160	(Pz12) 329X329X609	3/4"
IIDRE00R01BD1	R5	296	160	(Pz8) 329X329X609	3/4"
IIERE00R01BD1	R8	310	200	(Pz8) 419X419X638	3/4"
IIFRE00R01BD1	R12	295	280	(Pz8) 564X564X626	3/4"
IIGRE00R01DC1	R18	465	280	(Pz4) 551X551X430	3/4"
IIRE00R01DC1	R24	492	280	(Pz4) 551X551X488	3/4"
IJRE00R01DA1	R35	415	365	(Pz1) 451X366X382	3/4"
IIKRE00R01DA1	R50	545	365	(Pz1) 565X365X384	3/4"

Taula 4.22. Full d'especificació del vas d'expansió del circuit de calefacció R12.



FULL D'ESPECIFICACIÓ Nº 13. COL·LECTOR SOLAR.	
<b>Marca</b> SOLAR ENERGY	<b>Imatge</b>  
<b>Model</b> ALPIN RKM 2301	
<b>Distribuïdor</b> SALVADOR ESCODA S.A.	
<b>Codi</b> SO 31 060	
<b>Característiques tècniques:</b>  Superfície bruta: 2,34 m <sup>2</sup> Superfície de l'absorbidor: 2,15 m <sup>2</sup> Superfície d'obertura: 2,24 m <sup>2</sup> Pes buit: 32 Kg Volum d'aigua: 1,7 Litres Revestiment de l'absorbidor: Altament selectiu Material absorbidor: Alumini/Coupe Vidre: 3,2 mm vidre de seguretat temperat ESG Connexions: 2 R1" / 4 x CO22 Carcassa absorbidor: Alumini Angle d'inclinació min/màx: 15º/75º Càrrega de vent i neu: 150km/h - 380 Kg Contrasenya d'homologació: GPS 8544	<b>Dimensions</b>  Longitud = 2000 mm Amplitud = 1170 mm Profunditat = 73 mm
	<b>Rendiment tèrmic</b>  $\eta_o = 0,757$ $a1 = 3,501 \text{ W/m}^2\text{K}$ $a2 = 0,0172 \text{ W/m}^2\text{K}^2$

Taula 4.23. Full d'especificació del col·lector solar ALPIN RKM 2301.

# FULL D'ESPECIFICACIÓ Nº 14. PROPILENGLICOL.

**Marca** TYFOROP CHEMIE GmbH

**Producte** Tyfocor L 11 Kg

**Distribuïdor** RESOL

**Codi** 290 000 10

## Dades fisicoquímiques:

Formula molecular:  $C_3H_8O_2$

Pes molecular: 76,09 g/mol

Líquid viscos, incolor i higroscòpic.

Densitat: 1,054 - 1,058 g/cm<sup>3</sup> (20°C).

Índex de refracció: 1,435 - 1,437 (20°C).

Temperatura d'ebullició: > 150 °C .

Temperatura de congelació: < -50 °C.

Viscositat: 68 - 72 mm<sup>2</sup>/s.

Valor pH: 6,5 - 8.

Punt d'inflamació: > 100 °C.

Reserva d'alcalinitat: > 10 - 13 ml 0,1 n HCl.

Metalls pesants: Màxim 5 ppm.

## Imatge



## Característiques a diferents concentracions

Vol.-% Tyfocor® L	Densidad a 20 °C [g/cm <sup>3</sup> ]	Índice de refrac- ción n20D	Punto. de con- gelación [°C]
25	1.023	1.3627	-10
30	1.029	1.3690	-14
35	1.033	1.3747	-17
40	1.037	1.3801	-21
45	1.042	1.3855	-26
50	1.045	1.3910	-32
55	1.048	1.3966	-40

Taula 4.24. Full d'especificació del líquid anticongelant propilenglicol. Tyfocor L 11 Kg



## FULL D'ESPECIFICACIÓ Nº 15. INTERACUMULADOR ACS.

**Marca** TROIA

**Model** INOX 2S 200L

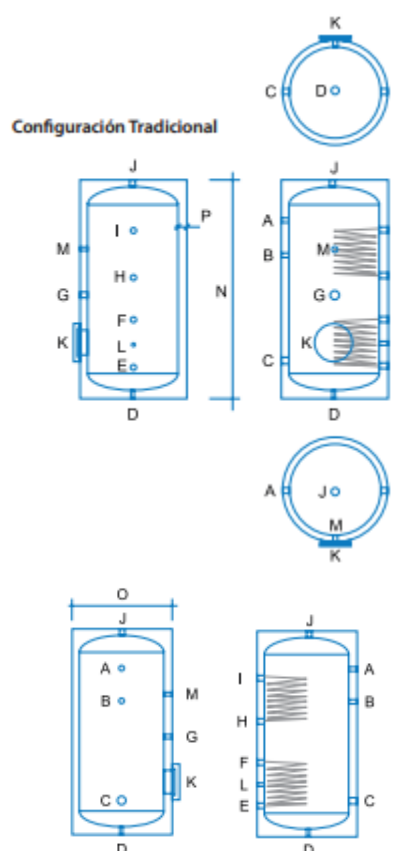
### Característiques:

- Acumulador amb 2 serpentins per ACS.
- Serpentí inferior de majors dimensions, indicat per sistema solar.
- Serpentí superior de menors dimensions, indicat per sistema auxiliar.
- Dipòsit cilíndric en xapa d'acer inox. AISI 316L.

### Imatge



### Esquema



### Característiques tècniques:

Descripción	Leg.	200
Boca de inspección	K	-
Ánodo (no incluido)	A	1" 1/4
Capacidad total [L]		200
Salidas ACS	J	3/4"
Entrada agua red	C	3/4"
Entrada de 1º circuito	F	1"
Salida de 1º circuito	E	1"
Entrada de 2º circuito	I	1"
Salida de 2º circuito	H	1"
Recirculación	B	1/2"
Sondas	L/M	1/2"
Vaciado	D	1/2"
Entrada resistencia	G	1" 1/4
Altura [mm]	N	1300
Diámetro [mm]	O	580
Superficie de 1º circuito [m²]		0,48
Superficie de 2º circuito [m²]		0,48
Espesor del aislamiento [mm]	P	50
Conductibilidad [W/m·K]		0,023
Peso [kg]		57

Taula 4.25. Full d'especificació de l'interacumulador d'ACS INOX 2 S 200.



### FULL D'ESPECIFICACIÓ Nº 16. CENTRALETA SOLAR.

**Marca** ARISTON

**Model** ELIOS 25

**Codi** 3104047

#### Característiques tècniques:

- Configuració de 20 tipus d'instal·lació
- Funcionament manual / auto
- Auto diagnòstic de l'instal·lació
- Display LCD il·luminat
- Visualització a la pantalla de l'instal·lació
- Activació de la funció anti gel
- 4 entrades per a sondes tipus Pt1000 classe B
- 4 sortides de tensió a 230V
- Inclou:
  - 1 sonda de temperatura del col·lector
  - 2 sondes de temperatura per l'interacumulador

#### Imatge



#### Dades tècniques

		CENTRALITA SOLAR ELIOS 25
Dimensiones	LxAxP	156x108x47
Alimentación	V	230+/-10%
Frecuencia	Hz	50
Consumo	VA	4
Tipo de sensor		Pt 1000 clase B DIN
Límite de sensor	°C	-50 +270
Campo de lectura	°C	-40 +260
Precisión	°C	+/-1
Número de decimales	°C	0,1
Grado de protección		IP 40

Taula 4.26. Full d'especificació de la centralita solar ELIOS 25.





## FULL D'ESPECIFICACIÓ Nº 17. GRUP HIDRÀULIC SOLAR.

**Marca** ORKIN

**Article** 70100

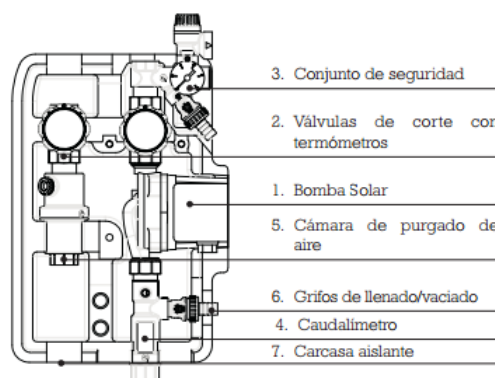
### Característiques tècniques:

- Temperatura màx. d'anada: 160°C
- Temperatura màx. tornada: 110°C
- Temperatura màx. de treball de vàlvula de seguretat: 160°C
- Grup hidràulic per camps de col·lectors fins a 16 m<sup>2</sup>.
- Tarat de la vàlvula de seguretat: 6 bars
- Rang temperatures de termòmetres: 0-120°C
- Escala de manòmetre: 0-10 bars
- Connexions: 3/4" H
- Distància entre ramals: 95 mm.
- Bomba incorporada: WILO ST 15/6eco
- Rang d'indicació de cabal: 2-12 l/min
- Regulació: Basic (3 entrades, 1 relé)
- Junes EPDM/Vitón

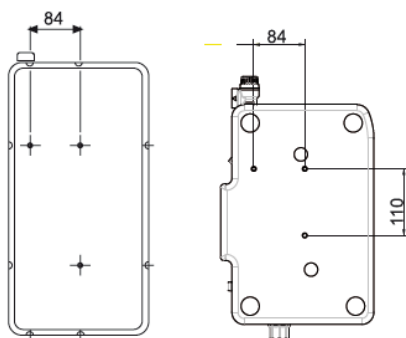
### Imatge



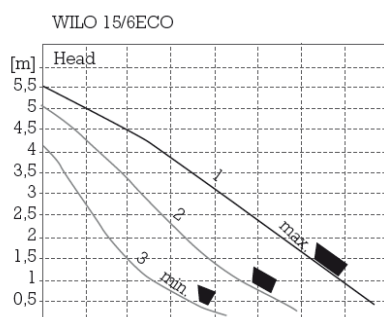
### Esquema



### Dimensions fixació


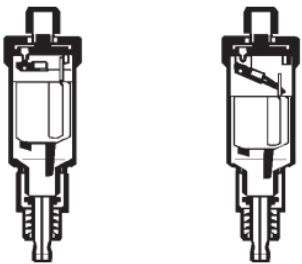



### Corba característica de la bomba



Taula 4.27. Full d'especificació del grup hidràulic solar de la marca ORKIN.



FULL D'ESPECIFICACIÓ Nº 18. PURGADOR D'AIRE.	
<b>Marca</b> BAXIROCA	<b>Imatge</b> 
<b>Nom</b> FLEXVENT	
<b>Característiques:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Accionament de purga per flotador.</li> <li>- Fabricat en llautó.</li> <li>- Pressió màxima de treball: 10 bars.</li> <li>- Temperatura màxima de treball: 110°C.</li> <li>- Instal·lació vertical</li> <li>- Incorpora vàlvula de tancament.</li> <li>- Rosca de 3/8"</li> <li>- Connexió vertical</li> </ul>	
<b>Mecanisme</b>  <p>No existe aire en la instalación, el flotador está elevado por el empuje del agua, cerrando el orificio de purga.</p> <p>Existe aire en la instalación, baja el nivel del agua descendiendo el flotador. El aire es evacuado por el orificio superior.</p>	<b>Esquema i dimensions</b> 

Taula 4.28. Full d'especificació dels purgadors d'aire FLEXVENT.



**FULL D'ESPECIFICACIÓ Nº 19. MANÒMETRE VERTICAL.**

**Marca** CEC Instruments

**Distribuïdor** CEXCO

**Model** Manòmetre 63mm connexió vertical

**Referència** 6-MBGV-1

**Característiques tècniques:**

- Manòmetre per a l'ús amb aigua, oli, aire, gas o un altre mitjà no corrosiu.
- Caixa: acer inoxidable 304.
- Parts internes i connexió: Llautó.
- Finestra: plexiglàs.
- Connexió: Rosca inferior 1/2 "BSP; NPT o PT opcional.
- Precisió: 1,6%.
- Caixa 63mm farcit de glicerina.
- Rangs: des 1.6 bar á 600 bar.
- Vacuòmetre: -76 + 0 cm Hg.
- Manovacuòmetre: -1 +3 bar i -1 +5 bar.
- Tap d'ompliment amb vàlvula de ventilació obert / tancat.
- Fixació del tub Bourdon a la caixa amb cargols.
- Junta tòrica entre la caixa i la connexió.

**Imatge**



**Taula 4.29. Full d'especificació dels manòmetres verticals de la marca CEC Instruments.**



## FULL D'ESPECIFICACIÓ Nº 20. ELECTROVÀLVULA DE 3 VIES

**Marca** BAXI

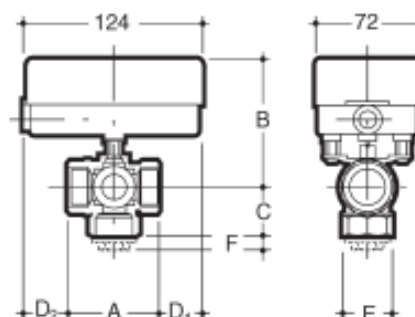
**Imatge**



### Característiques tècniques:

- Pressió màxima de treball: 10 bar.
- Temperatura màxima de treball: 110°C.
- Cos fabricat en llautó estampat.
- Esfera buida de llautó cromat i diamantada.
- Estanquitat mitjançant dos anells de goma a l'esfera, i dos anells de goma i un TEFL ó en l'eix d'accionament.
- Connexions femella.
- Acoblament ràpid i senzill del servomotor a la vàlvula sense necessitat d'eines.
- Fàcil transformació de la vàlvula de 3 vies en 2 vies mitjançant tap.
- Servomotor amb dos motors elèctrics coaxials, un per a l'obertura i un altre per al tancament, amb sengles finals de carrera.
- La falta de subministrament elèctric no altera la posició de la vàlvula.

**Esquema**





### Dimensions

Modelo	Cotas mm								Kv
	A	B	C	C <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	E	F	
Válvula 3/4"	63	94	81	33	32	29	37	14	12
Válvula 1"	75	98	90	42	25	24	47	12	17,6

Taula 4.30. Full d'especificació de l'electrovàlvula de 3 vies de la marca BAXI.



FULL D'ESPECIFICACIÓ Nº 21. VALVULES MESCLADORES	
Vàlvula mescladora per ACS	
<b>Marca</b> SYSCLIMA	<b>Model</b> V. Mescladora termostàtica HERZ per ACS
<b>Referència</b> 340 600 300	<b>Imatge</b> 
<b>Característiques tècniques:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Regulació de ACS</li><li>- Materials: Llautó</li><li>- Rang de regulació: de 35ºC a 65ºC</li><li>- Caudal mínim/ màxim: 4 / 60 litres/min</li><li>- Connexió: 3/4"</li><li>- Temperatura màxima entrada aigua: 95ºC</li></ul>	
Vàlvula mescladora per l'elevació de la temperatura de retorn	
<b>Marca</b> SYSCLIMA	<b>Model</b> V. Mescladora termostàtica HERZ Teplomix.
<b>Referència</b> HZ1 776 613	<b>Imatge</b> 
<b>Característiques tècniques:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Elevació temperatura de retorn del sistema de calefacció.</li><li>- Materials: llautó</li><li>- Connexió: DN 25</li><li>- Tipus ràcord: B</li><li>- Temperatura tarat: 55ºC</li></ul>	

Taula 4.31. Full d'especificació de les vàlvules mescladores per ACS i per l'elevació de la temperatura de retorn.



## FULL D'ESPECIFICACIÓ Nº 22. VÀLVULA DE SEGURETAT.

**Marca** SALVADOR ESCODA S.A.

**Model** Vàlvula de seguretat regulable

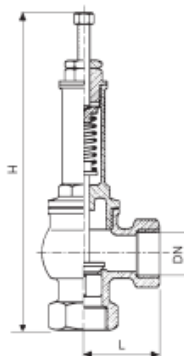
### Característiques tècniques:

- Vàlvula de seguretat de seient pla i motlle directe. La pressió es regula pel cargol.
- Cos: Llautó OT-58 - UNI 2012
- Campana: OT-58 - UNI 2012
- Junta de tancament: PTFE (tefló)
- Motlle: Acer tractat
- Cargol de regulació: Llautó
- Pressió nominal: 16 Bars.
- Camp de regulació: de 2 a 8 bars
- Temperatura màxima: 130°C

### Imatge



### Esquema



### Dimensions

#### DIMENSIONES (mm)

#### DIMENSIONS

Código Code	Rosca (DN) Thread	H	L	Ø Orificio Opening Ø
AA 11 121	3/8"	116	45	10,0
AA 11 122	1/2"	126	45	13,0
AA 11 123	3/4"	145	56	19,0
AA 11 124	1"	157	63	25,0
AA 11 125	1 1/4"	189	78	31,5
AA 11 126	1 1/2"	210	87	38,0
AA 11 127	2"	224	92	48,3

Taula 4.32. Full d'especificació de les vàlvules de seguretat regulables de SALVADOR ESCODA.



### FULL D'ESPECIFICACIÓ Nº 23. VALVULES D'ESFERA.

**Marca** BAXIROCA

**Model:** Sèrie 850

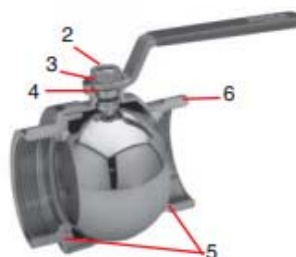
**Característiques:**

- Cos fabricat en llautó estampat, en acabat cromat mate.
- Esfera de llautó cromada i diamantada.
- Estanquitat eix mitjançant anell tòric de VITON i volanderes de PTFE
- Eix muntat per l'interior per evitar la manipulació.
- Palanca d'accionament d'acer amb tractament antiòxid i recobriment plàstic.
- Gir de tancament i obertura 90 °.
- Connexió femella-femella.
- Temperatura màxima de treball: 185°C

**Imatge**

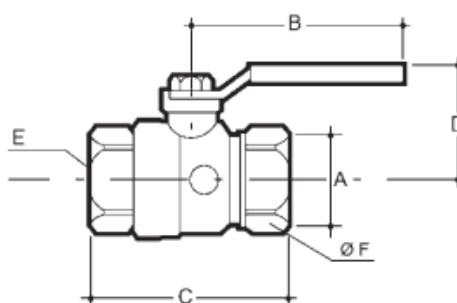


**Mecanisme**



1. Palanca accionamiento
2. Eje transmisión
3. Arandela
4. Anillo tórico de VITON
5. Arandela de P.T.F.E.
6. Cuerpo

**Esquema**





### Dimensions

Modelo Ø rosca	Diámetro nominal	Cotas mm					Unidades cajas de cartón
E	A	B	C	D	F	KV	
1/4"	8	43	43	27	17	6,3	20
3/8"	10	77	46	33	20	6,7	10
1/2"	15	77	53	35	25	12,7	10
3/4"	20	94	60	47	31	24,6	10
1"	25	94	74	52	38	48,5	10
1 1/4"	32	94	84	56	47	98,0	10
1 1/2"	40	136	95	69	54	140,0	4
2"	50	136	109	77	66	211,0	2
2 1/2"	58	173	143	102	82	240,0	2
3"	68	173	160	109	98	269,0	2
4"	90	187	203	130	122	461,0	1

Taula 4.33. Full d'especificació de les vàlvules d'esfera sèrie 850 de BAXI.





## FULL D'ESPECIFICACIÓ Nº 24. VÀLVULA REDUCTORA DE PRESSIÓ.

**Marca** RINOX

**Model** RinoxDue

**Distribuïdor** SGL Suministros G.L.

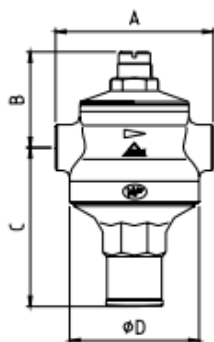
**Imatge**



### Característiques tècniques:

- Cos de llautó cromat
- Tancament inox. AISI 304
- Motlle d'acer al silici
- Junes tòriques NBR
- Pressió entrada màx. 15 bars
- Pressió sortida de 0,5 a 7 bars
- Extrems rosca GAS H-H.

### Esquema i dimensions



MEDIDA	A [mm]	B [mm]	C [mm]	Ø D [mm]
1/2"	95	58,5	97	78
3/4"	95	58,5	97	78
1"	95	64,5	101,5	78
1 1/4"	116	68,5	165	92,5
1 1/2"	122	73	175	92,5
2"	126	73	175	92,5
2 1/2"	180	103	274,5	186
3"	188	103	274,5	186
4"	202	103	274,5	186

Taula 4.34. Full d'especificació de la vàlvula reductora de pressió RinoxDue.



## FULL D'ESPECIFICACIÓ Nº 25. VÀLVULA ANTIRETORN

**Marca** SALVADOR ESCODA S.A.

**Model** V. De retenció universal

### Característiques tècniques:

- Material cos: Llautó
- Disc: Nylon
- Junta tancament: NBR
- Motlle: Acer inox. AISI 304
- Temperatura màx: 90°C

**Imatge**



### Tipus

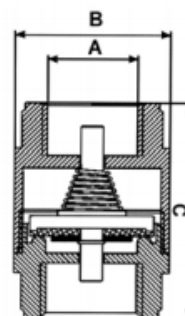
Código Code	Medida Size	Presión Máxima (bar) Max. pressure	Uds caja Units per box
AA 05 080	3/8"	12	20
AA 05 081	1/2"	12	20
AA 05 082	3/4"	12	15
AA 05 083	1"	12	12
AA 05 084	1-1/4"	10	6
AA 05 085	1-1/2"	10	8
AA 05 086	2"	10	3
AA 05 087	2-1/2"	8	-
AA 05 088	3"	8	-
AA 05 089	4"	8	-

### Dimensions i esquema

#### DIMENSIONES (mm)

##### DIMENSIONS

A	B	C
3/8"	29	45
1/2"	30	48
3/4"	37	50
1"	44	58
1-1/4"	56	66
1-1/2"	63	71
2"	78	80
2-1/2"	103	91
3"	120	104
4"	155	116



Taula 4.35. Full d'especificació de les vàlvules antiretorn universals de SALVADOR ESCODA.



## FULL D'ESPECIFICACIÓ Nº 26. FILTRE PARTÍCULES SOLIDES.

**Marca** SALVADOR ESCODA S.A.

**Model** Filtre partícules fines

### Característiques tècniques:

- Cos: Llautó
- Tamís: Acer inox. 0,5 mm.
- Junta: PTFE
- Temperatura màx: 110°C
- Aplicacions: Aigua, aire i fluids no corrosius.

**Imatge**

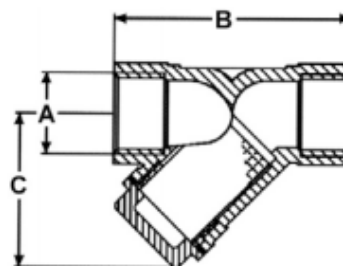


### Tipus

Código Code	Medida Size	Pres. Máxima (bar) Max. pressure	Uds. caja Units per box
AA 08 061	3/8"	16	40
AA 08 062	1/2"	16	20
AA 08 063	3/4"	16	20
AA 08 064	1"	16	15
AA 08 065	1-1/4"	16	6
AA 08 066	1-1/2"	16	2
AA 08 067	2"	16	2
AA 08 068	2-1/2"	16	-
AA 08 069	3"	16	-
AA 08 070	4"	16	-

### Dimensions i esquema

A	B	C
3/8"	46	31
1/2"	57	40
3/4"	66	47
1"	72	52
1-1/4"	86	62,5
1-1/2"	97	72
2"	113	86,5
2-1/2"	146	105
3"	170	125
4"	210	155



Taula 4.36. Full d'especificació dels filtres de partícules de SALVADOR ESCODA.



**FULL D'ESPECIFICACIÓ Nº 27. SONDA AMBIENT PER LA CALDERA.**

**Marca** RESOL

**Model** FRP12

**Referència** 155 008 90

**Característiques tècniques:**

- Mesurador Pt1000
- Material carcassa: ASA
- Dimensions: 84,5 x 84,5 x 25 mm
- Tipus de protecció: IP 10 (EN 60529)
- Temperatura ambient: -35 ... +70°C
- Color: Blanc (RAL 9010)

**Imatge**



Taula 4.37. Full d'especificació de la sonda ambient per la caldera FRP12 de RESOL.



### FULL D'ESPECIFICACIÓ Nº 28. VAS D'EXPANSIÓ SOLAR.

**Marca** IBAIONDO S.A.

**Model** 2 SMF

**Característiques tècniques:**

Tipus: Vas d'expansió tancat

Volum: 2 Litres

Temperatura de treball: -10°C / 130°C

Precàrrega: 2,5 bars

Connexió: 3/4"

Pes: 0,8 Kg.

Pressió màxima de treball: 10 bars

**Imatge**



### Models

Peso Kg.	Código	Modelo	Capacidad (Lt)	Presión Máx. (bar)	Dimensiones		R Conexión agua
					Ø D (mm)	H (mm)	
0,8	02002070	2 SMF	2	10	110	245	3/4"
2	02005070	5 SMF	5	10	200	250	3/4"
2,5	02008070	8 SMF	8	10	200	340	3/4"
3,2	02012070	12 SMF	12	10	270	310	3/4"
4	02018070	18 SMF	18	10	270	415	3/4"
4,5	02024070	24 SMF	24	8	320	430	3/4"

Taula 4.38. Full d'especificació del vas d'expansió solar marca IBAIONDO model 2 SMF.



## FULL D'ESPECIFICACIÓ Nº 29. RACORERIA ADAPTABLE.

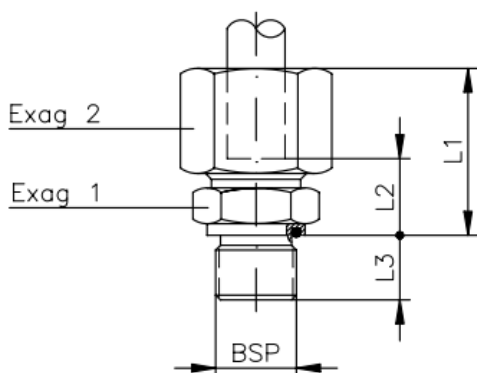
**Marca** BOSADO

**Producte** Ràcord recte amb junta tòrica, adaptador rosca BSP, sèrie L.

**Imatge**



**Esquema**



### Dimensions i referències de diferents models

Serie	Bar	ØTubo	Rosca BSP	L1	L2	L3	Exag 1	Exag 2	Referencia
L	315	6	1/8"	23	8,5	8	14	14	039138
		8	1/4"	25	10	12	19	17	039139
		10	1/4"	26	10,5	12	19	19	039140
		12	3/8"	27	12	12	22	22	039142
		15	1/2"	29	14	14	27	27	039143
		18	1/2"	31	14,5	14	27	32	039144
	160	22	3/4"	33	16,5	16	32	36	039145
		28	1"	34	17,5	18	41	41	039146
		35	1 1/4"	39	17,5	20	50	50	039147
		42	1 1/2"	40	19	22	55	60	039148

Taula 4.39. Full d'especificació dels ràcords adaptables BSP, de BOSADO sèrie L.



**FULL D'ESPECIFICACIÓ Nº 30. RACORERIA REDUÏDA.**

**Marca** YNSTALIA

**Producte** Entroncament tipus mascle.

**Característiques**

**Material:** Llautó

Ràcord destinat a l'acoblament entre dos circuits de diferent diàmetre.

**Imatge**



**Dimensions i referències de diferents models**

CODIGO	DESCRIPCION
222430	LATON ENTRONQUE MACHO 3/8" _10
222431	LATON ENTRONQUE MACHO 3/8" _12
222432	LATON ENTRONQUE MACHO 3/8" _15
229250	LATON ENTRONQUE MACHO 1/2" _10
222441	LATON ENTRONQUE MACHO 1/2" _12
222442	LATON ENTRONQUE MACHO 1/2" _15
222443	LATON ENTRONQUE MACHO 1/2" _18
222444	LATON ENTRONQUE MACHO 1/2" _22
222452	LATON ENTRONQUE MACHO 3/4" _15
222453	LATON ENTRONQUE MACHO 3/4" _18
222454	LATON ENTRONQUE MACHO 3/4" _22
222455	LATON ENTRONQUE MACHO 3/4" _28

Taula 4.40. Full d'especificació dels ràcords reduïts de YNSTALIA.



FULL D'ESPECIFICACIÓ Nº 31. XEMENEIA	
<b>Marca</b> DINAK	<b>Imatge</b>
<b>Model</b> DP	
<b>Referència</b> 030015020	
<b>Característiques tècniques:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Paret interior: Acer Inox. AISI 316L</li> <li>- Paret exterior: Acer Inox. AISI 304</li> <li>- Aïllament: 30 mm llana de roca</li> <li>- Aïllament continu</li> <li>- Alta resistència mecànica als esforços verticals i horitzontals</li> <li>- Absència de pont tèrmic</li> <li>- Diàmetre: 150 mm</li> <li>- Sobrepressió màxima 40 Pa.</li> <li>- Temperatura màxima: 600°C</li> </ul>	
<b>Accessoris:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Abraçadores de unió (<b>Codi</b> 030915070)</li> <li>- Ancoratge intermig (<b>Codi</b> 030915080)</li> <li>- Barret anti-vent (<b>Codi</b> 030115012)</li> <li>- Té 90º Inspecció (<b>Codi</b> 030115523DWJ)</li> </ul>	

Taula 4.41. Full d'especificació de la xemeneia, marca DINAK model DP.





## 5. ESTAT D'AMIDAMENTS



## ÍNDEX ESTAT AMIDAMENTS

<b>5. Estat d'amidaments .....</b>	<b>383</b>
<b>5.1. Partides de l'estat d'amidaments.....</b>	<b>383</b>
5.1.1. Amidaments de la partida 1: Instal·lació de calefacció.....	384
5.1.2. Amidaments de la partida 2: Instal·lació d'ACS.....	386
5.1.3. Amidaments partida 3: Sala de màquines. ....	387



## **5. Estat d'amidaments**

### **5.1. Partides de l'estat d'amidaments**

L'estat d'amidaments s'ha desglossat en tres partides, segons la zona on estiguin ubicats i per a que es puguin associar millor els amidaments amb la distribució de les instal·lacions de l'edifici.

- Partida 1: Instal·lació de calefacció
- Partida 2: Instal·lació d'ACS
- Partida 3: Sala de màquines

En la partida 3 estaran tots els elements que composin i estiguin ubicats a la sala de màquines, menys els que puguin estar inclosos en les partides anteriors.



### 5.1.1. Amidaments de la partida 1: Instal·lació de calefacció.

Descripció	Unitat	Quantitat
Element radiador horitzontal d'alumini BAXIROCA model JET 70.	Unitat	115
Element radiador vertical d'alumini BAXIROCA model AV 1800.	Unitat	5
Purgador automàtic BAXIROCA model PA5-1" D	Unitat	13
Reducció pintada radiador BAXIROCA dreta 1" - 3/8" (50 unitats)	Unitat	13
Reducció pintada radiador BAXIROCA esquerra 1" - 3/8" (50 unitats)	Unitat	13
Suport acer per alicatat BAXIROCA model 081A (caixa 12 u)	Unitat	26
Suport acer per alicatat BAXIROCA model AV 1800S	Unitat	4
Clau termostàtica per als radiadors de BAXIROCA sèrie NT Termostatzable 3/8 "	Unitat	13
Detentor sèrie NT per sodar pas esquadra 3/8"	Unitat	5
Detentor sèrie NT per sodar pas esquadra 3/8" - 13/15	Unitat	8
Canonada coure barra THISA 10x 1	Metre	25,89
Canonada coure barra THISA 15 x 1	Metre	140, 03
Canonada coure barra THISA 22 x 1	Metre	11,4
Canonada coure barra THISA 28 x 1	Metre	2,2
Aïllant tubular flexible de ISOCELL model M1 10x25 (1 metre)	Metre	13,93
Aïllant tubular flexible de ISOCELL model M1 15x25 (1 metre)	Metre	50,19
Colze 90º de coure marca THISA D=10.	Unitat	26
Colze 90º de coure marca THISA D=15.	Unitat	49
Colze 90º de coure marca THISA D=22.	Unitat	4
Té D=15 coure THISA soldar	Unitat	10
Té reduïda coure soldar 15-15-10 de La tienda de fontaneria	Unitat	2
Té reduïda coure soldar 15-10-10 de COMERCIAL BASTOS	Unitat	4
Té reduïda coure soldar 15-22-15 de COMERCIAL BASTOS	Unitat	4
Té reduïda coure soldar 22-28-22 de COMERCIAL BASTOS	Unitat	2
Té reduïda coure soldar 10-15-15 de JOFEG	Unitat	2



Descripció	Unitat	Quantitat
Aïllant tubular flexible de ISOCELL model M1 22x25 (1 metre)	Metre	6,2
Aïllant tubular flexible de ISOCELL model M1 28x25 (1 metre)	Metre	2,2
Bomba circulació GRUNDFOS model ALPHA2 15-50 130	Unitat	1
Termòstat de BAXIROCA model TD 200	Unitat	1
Vas d'expansió de GRUPO BIOSAN model R12	Unitat	1
Purgador d'aire de BAXIROCA model FLEXVENT	Unitat	1
Manòmetre vertical de 63 mm de la marca CEC INSTRUMENTS	Unitat	1
Vàlvula mescladora termostàtica HERZ Teplomix marca SYSClima	Unitat	1
Vàlvula de seguretat regulable de SALVADOR ESCODA 1/2"	Unitat	2
Vàlvula d'esfera BAXIROCA sèrie 850 1"	Unitat	2
Corba pont de coure D=15 YNSTALIA	Unitat	1
Filtre de partícules sòlides SALVADOR ESCODA 1"	Unitat	1
Ràcord recte adaptador BSP sèrie L marca BOSADO 28 - 1"	Unitat	2
Sonda ambient RESOL model FRP12	Unitat	1
Fixacions per a canonades	Unitat	1
Posada en marxa	Unitat	1
Oficial 1a	Hores	15
Ajudant d'oficial	Hores	15



### 5.1.2. Amidaments de la partida 2: Instal·lació d'ACS.

Descripció	Unitat	Quantitat
Col·lector SOLAR ENERGY model ALPIN RKM 2301	Unitat	1
Bidó líquid anticongelant propilenglicol Tyfocor L 11 Kg	Unitat	2
Centraleta solar de ARISTON model ELIOS 25	Unitat	1
Grup hidràulic solar sense regulació de ORKIN	Unitat	1
Vas d'expansió IBAIONDO model 2 SMF de 2 Litres.	Unitat	1
Manòmetre vertical de 63 mm de la marca CEC INSTRUMENTS	Unitat	1
Canonada coure barra THISA 22 x 1	Metre	37,88
Colze 90º de coure marca THISA D=22	Unitat	8
Aïllant tubular flexible de ISOCELL model M1 22x40 (1 metre)	Metre	35,28
Purgador d'aire de BAXIROCA model FLEXVENT	Unitat	1
Vàlvula mescladora termostàtica HERZ per ACS marca SYSCLIMA	Unitat	1
Vàlvula de seguretat regulable de SALVADOR ESCODA 1/2"	Unitat	1
Vàlvula d'esfera BAXIROCA sèrie 850 3/4"	Unitat	1
Vàlvula antiretorn SALVADOR ESCODA 3/4"	Unitat	1
Filtre de partícules sòlides SALVADOR ESCODA 3/4"	Unitat	1
Ràcord recte adaptador BSP sèrie L marca BOSADO 22 - 3/4"	Unitat	6
Ràcord reduït de llautó mascle de YNSTALIA 22 - 1"	Unitat	2
Posada en marxa	Unitat	1
Oficial 1a	Hores	8
Ajudant d'oficial	Hores	8



### 5.1.3. Amidaments partida 3: Sala de màquines.

Descripció	Unitat	Quantitat
Caldera de biomassa GRUPOBIOSAN model GG35K	Unitat	1
Interacumulador ACS model INOX 2S de 200 Litres, marca TROIA	Unitat	1
Mòdul recte per a xemeneia d'acer INOX D=150 mm L=940 mm, marca DINAK	Unitat	7
Barret anti-vent per a xemeneia D=150 mm, marca DINAK	Unitat	1
Ancoratges i fixacions per xemeneia D=150mm, marca DINAK	Unitat	5
Abraçadores de unió per xemeneia D=150 mm, marca DINAK	Unitat	6
Té d'inspecció 90º per a xemeneia D=150 mm, marca DINAK	Unitat	1
Electrovàlvula de 3 vies de BAXIROCA	Unitat	1
Vàlvula reductora de pressió RINOX model RinoxDue 3/4"	Unitat	1
Vàlvula d'esfera BAXIROCA sèrie 850 3/4"	Unitat	4
Vàlvula antiretorn SALVADOR ESCODA 3/4"	Unitat	3
Filtre de partícules sòlides SALVADOR ESCODA 3/4"	Unitat	1
Ràcord recte adaptador BSP sèrie L marca BOSADO 28 - 1"	Unitat	4
Ràcord reduït de llautó mascle de YNSTALIA 22 - 1"	Unitat	2
Ràcord reduït de llautó mascle de YNSTALIA 22 - 1/2"	Unitat	1
Oficial 1a	Hores	3
Ajudant oficial	Hores	3



## 6.PRESSUPOST





## ÍNDIX DEL PRESSUPOST

<b>6. Pressupost .....</b>	<b>390</b>
6.1. Pressupost per partides .....	390
6.1.1. Pressupost partida 1: Instal·lació de calefacció. ....	390
6.1.2. Pressupost partida 2: Instal·lació d'ACS .....	392
6.1.3. Pressupost partida 3: Sala de màquines .....	393
6.1.4. Pressupost per partides.....	394
6.2. Pressupost total.....	394



## 6. Pressupost

### 6.1. Pressupost per partides

#### 6.1.1. Pressupost partida 1: Instal·lació de calefacció.

Descripció	Unitat	Quantitat	Preu unitat (€)	Preu total (€)
Element radiador horitzontal d'alumini BAXIROCA model JET 70.	Unitat	115	14,80	1702,00
Element radiador vertical d'alumini BAXIROCA model AV 1800.	Unitat	5	65,00	325,00
Purgador automàtic BAXIROCA model PA5-1" D	Unitat	13	6,00	78,00
Reducció pintada radiador BAXIROCA drete 1" - 3/8" (1 caixa = 20 unitats)	Unitat	13 (1 caixa)	16,50	16,50
Reducció pintada radiador BAXIROCA esquerra 1" - 3/8" (1 caixa = 20 unitats)	Unitat	13 (1 caixa)	16,50	16,50
Suport acer per alicatat BAXIROCA model 081A (1 caixa = 12 unitats)	Unitat	26 (2 caixes)	1,25	2,50
Suport acer per alicatat BAXIROCA model AV 1800S	Unitat	4	6,2	24,80
Clau termostàtica per als radiadors de BAXIROCA sèrie NT Termostatizable 3/8 "	Unitat	13	7,45	96,85
Detentor sèrie NT per sodar pas esquadra 3/8	Unitat	5	6	30,00
Detentor sèrie NT per sodar pas esquadra 3/8" - 13/15	Unitat	8	6,60	52,80
Canonada coure barra THISA 10 x 1	Metre	25,89	3,62	93,72
Canonada coure barra THISA 15 x 1	Metre	140,03	4,58	641,34
Canonada coure barra THISA 22 x 1	Metre	11,4	7,2	82,08
Canonada coure barra THISA 28 x 1	Metre	2,2	9,71	21,36
Aïllant tubular flexible de ISOCELL model M1 10x25 (1 metre)	Metre	13,93	4,53	63,42
Aïllant tubular flexible de ISOCELL model M1 15x25 (1 metre)	Metre	50,19	4,70	239,70
Colze 90º de coure marca THISA D=10.	Unitat	26	2,72	70,72
Colze 90º de coure marca THISA D=15.	Unitat	49	0,75	36,75
Colze 90º de coure marca THISA D=22.	Unitat	4	1,83	7,32



Descripció	Unitat	Quantitat	Preu unitat (€)	Preu total (€)
Té D=15 coure THISA soldar	Unitat	10	1,16	11,60
Té reduïda coure soldar 15-15-10 de La tienda de fontaneria	Unitat	2	8,3	16,60
Té reduïda coure soldar 15-10-10 de COMERCIAL BASTOS	Unitat	4	5,45	21,80
Té reduïda coure soldar 15-22-15 de COMERCIAL BASTOS	Unitat	4	11,11	44,44
Té reduïda coure soldar 22-28-22 de COMERCIAL BASTOS	Unitat	2	14,08	28,16
Té reduïda coure soldar 10-15-15 de JOFEG	Unitat	2	12,86	25,72
Aïllant tubular flexible de ISOCELL model M1 22x25 (1 metre)	Metre	6,2	5,55	38,85
Aïllant tubular flexible de ISOCELL model M1 28x25 (1 metre)	Metre	2,2	6,61	19,83
Bomba circulació GRUNDFOS model ALPHA2 15-50 130	Unitat	1	391,00	391,00
Termòstat de BAXIROCA model TD 200	Unitat	1	37,60	37,60
Vas d'expansió de GRUPO BIOSAN model R12	Unitat	1	33,86	33,86
Purgador d'aire de BAXIROCA model FLEXVENT amb vàlvula 3/8"	Unitat	1	10,30	10,30
Manòmetre vertical de 63 mm de la marca CEC INSTRUMENTS	Unitat	1	22,00	22,00
Vàlvula mescladora termostàtica HERZ Teplomix marca SYSCLIMA	Unitat	1	66,38	66,38
Vàlvula de seguretat regulable de SALVADOR ESCODA 1/2"	Unitat	2	29,20	58,40
Vàlvula d'esfera BAXIROCA sèrie 850 1"	Unitat	2	8,05	16,02
Corba pont de coure D=15 YNSTALIA	Unitat	1	7,52	7,52
Filtre de partícules sòlides SALVADOR ESCODA 1"	Unitat	1	8,66	8,66
Ràcord recte adaptador BSP sèrie L marca BOSADO 28 - 1"	Unitat	2	10,83	21,66
Sonda ambient RESOL model FRP12	Unitat	1	28,50	28,50
Fixacions per a canonades	Unitat	1	25,00	25,00
Posada en marxa	Unitat	1	400,00	400,00
Oficial 1a	Hores	15	17,00	255,00
Ajudant d'oficial	Hores	15	14,00	210,00



### 6.1.2. Pressupost partida 2: Instal·lació d'ACS

Descripció	Unitat	Quantitat	Preu unitat (€)	Preu total (€)
Col·lector SOLAR ENERGY model ALPIN RKM 2301	Unitat	1	465,00	465,00
Suport universal c. inclinada i accessoris fixació per ALPIN RKM 2301, de SALVADOR ESCODA	Unitat	1	82,00	82,00
Bidó líquid anticongelant propilenglicol Tyfocor L 11 Kg	Unitat	2	58,10	116,20
Centraleta solar de ARISTON model ELIOS 25	Unitat	1	265,00	265,00
Grup hidràulic solar sense regulació de ORKIN	Unitat	1	479,58	479,58
Vas d'expansió IBAIONDO model 2 SMF de 2 Litres.	Unitat	1	13,68	13,68
Manòmetre vertical de 63 mm de la marca CEC INSTRUMENTS	Unitat	1	22,00	22,00
Canonada coure barra THISA 22 x 1	Metre	37,88	7,2	272,74
Colze 90º de coure marca THISA D=22.	Unitat	8	1,83	14,64
Aïllant tubular flexible de ISOCELL model M1 22x40 (1 metre)	Metre	35,28	13,02	459,35
Purgador d'aire de BAXIROCA model FLEXVENT	Unitat	1	10,30	10,30
Vàlvula mescladora termostàtica HERZ per ACS marca SYSClima	Unitat	1	73,85	73,85
Vàlvula de seguretat regulable de SALVADOR ESCODA 1/2"	Unitat	1	28,20	28,20
Vàlvula d'esfera BAXIROCA sèrie 850 3/4"	Unitat	1	5,50	5,50
Vàlvula antiretorn SALVADOR ESCODA 3/4"	Unitat	1	4,24	4,24
Filtre de partícules sòlides SALVADOR ESCODA 3/4"	Unitat	1	5,92	5,92
Ràcord recte adaptador BSP sèrie L marca BOSADO 22 - 3/4"	Unitat	6	5,89	35,34
Ràcord reduït de llautó mascle de YNSTALIA 22 - 1"	Unitat	2	5,93	11,86
Posada en marxa	Unitat	1	150,00	150,00
Oficial 1a	Hores	8	17,00	136,00
Ajudant d'oficial	Hores	8	14,00	112,00



### 6.1.3. Pressupost partida 3: Sala de màquines

Descripció	Unitat	Quantitat	Preu unitat (€)	Preu total (€)
Caldera de biomassa GRUPOBIOSAN model GG35K	Unitat	1	3599,00	3599,00
Interacumulador ACS model INOX 2S de 200 Litres, marca TROIA	Unitat	1	1092,00	1092,00
Mòdul recte per a xemeneia d'acer INOX D=150 mm L=940 mm, marca DINAK	Unitat	7	94,54	661,78
Barret anti-vent per a xemeneia D=150 mm, marca DINAK	Unitat	1	78,00	78,00
Ancoratges i fixacions per xemeneia D=150mm, marca DINAK	Unitat	5	20,72	103,60
Abraçadores de unió per xemeneia D=150 mm, marca DINAK	Unitat	6	7,75	46,50
Té d'inspecció 90º per a xemeneia D=150 mm, marca DINAK	Unitat	1	207,01	207,01
Electrovàlvula de 3 vies de BAXIROCA	Unitat	1	138,00	138,88
Vàlvula reductora de pressió RINOX model RinoxDue 3/4"	Unitat	1	24,52	24,52
Vàlvula d'esfera BAXIROCA sèrie 850 3/4"	Unitat	4	5,50	22,00
Vàlvula antiretorn SALVADOR ESCODA 3/4"	Unitat	3	4,24	12,72
Filtre de partícules sòlides SALVADOR ESCODA 3/4"	Unitat	1	5,92	5,92
Ràcord recte adaptador BSP sèrie L marca BOSADO 28 - 1"	Unitat	4	10,83	42,32
Ràcord reduït de llautó mascle de YNSTALIA 22 - 1"	Unitat	2	5,93	11,86
Ràcord reduït de llautó mascle de YNSTALIA 22 - 1/2"	Unitat	1	3,31	3,31
Oficial 1a	Hores	3	17,00	51,00
Ajudant oficial	Hores	3	14,00	42,00



#### 6.1.4. Pressupost per partides

Partida	Import
1. Instal·lació de calefacció	5386,49 €
2. Instal·lació ACS	2763,39 €
3. Sala de màquines	6142,54 €
<b>TOTAL PARTIDES</b>	<b>14292,42 €</b>

#### 6.2. Pressupost total

Total partides		14292,42 €
Despeses generals	16%	2286,79 €
Benefici industrial	6%	857,55 €
Base imposable		17436,75 €
IVA	21%	3661,72 €
<b>TOTAL</b>		<b>21098,47€</b>

El pressupost general de l'instal·lació és **VINT-I-UN MIL NORANTA-VUIT AMB QUARANTA-SET CÈNTIMS.**

